Thesis AMSTERDAM 1912 4855

Over den samenhang tusschen Accommodatie en Convergentie.

C. OTTO ROELOFS.

M

F.G.KOSTER·BOEKBINDER·
AMSTERDAM

4855.

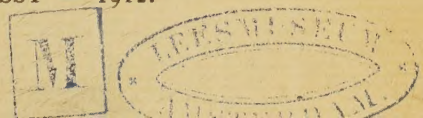
OVER DEN SAMENHANG TUSSCHEN ACCOMMODATIE EN CONVERGENTIE.

OVER DEN SAMENHANG TUSSCHEN ACCOMMODATIE EN CONVERGENTIE.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM, OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS, DR. C. WINKLER, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE, IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN IN DE AULA DER UNIVERSITEIT OP MAANDAG 24 JUNI 1912, DES NAMIDDAGS TE 4½ UUR, DOOR CHRISTIAAN OTTO ROELOFS, GEBOREN TE AMSTERDAM.

AMSTERDAM — J. H. DE BUSSY — 1912.



Aan mijne vrouw.

Bij het verschijnen van dit proefschrift maak ik gaarne van de mij geboden gelegenheid gebruik, om U, Hoogleeraren, Lectoren en Privaatdocenten der Medische en Natuurphilosophische Faculteit mijn dank te betuigen voor al hetgeen U tot mijn vorming als medicus hebt bijgedragen.

Vooral U, Hooggeleerde Straub, Hooggeachte Promotor, ben ik ten zeerste verplicht voor Uw hulp en belangstelling mij bij het samenstellen van dit proefschrift betoond.

Nog veel, zeer veel, hoop ik, onder Uwe leiding werkzaam, van Uwe rijke ervaring en groote welwillendheid te mogen profiteeren.

Ook U, Zeer Geleerde Zeeman, mijn bijzonderen dank voor Uw steun en nuttige wenken.

Voor veel, wat ik als assistent in het Emma-Kinderziekenhuis heb geleerd, ben ik U, Zeer Geleerde Timmer, erkentelijkheid verschuldigd.

Ten slotte wensch ik ook U, assistenten en allen, die mij bij mijn onderzoek van dienst zijn geweest, mijn oprechten dank te brengen.

INHOUD.

BLADZ.

EERSTE HOOFDSTUK: Inleiding 1

TWEEDE HOOFDSTUK: Methoden voor het bepalen van de esophorie en exophorie 12

DERDE HOOFDSTUK: De meening van enkele schrijvers over den samenhang van accommodatie en convergentie . . . 45

VIERDE HOOFDSTUK: Onderzoek over den samenhang tusschen accommodatie en convergentie 57

VIJFDE HOOFDSTUK: Het ontstaan van de associatie tusschen accommodatie en convergentie 76

ZESDE HOOFDSTUK: De orthophorie en heterophorie bij emmetropen en ametropen volgens verschillende schrijvers 102

ZEVENDE HOOFDSTUK: Onderzoek naar orthophorie en heterophorie bij emmetropie en refractieanomalieën . . 111

ACHTSTE HOOFDSTUK: Oorzaak der orthophorie en der heterophorie. 148

LITTERATUUR. 175

EERSTE HOOFDSTUK.

Inleiding.

Ongeveer een halve eeuw geleden ontdekte DONDERS dat „strabismus convergens bijna steeds afhankelijk is van hypermetropie, terwijl strabismus divergens gewoonlijk het gevolg is van myopie".

De verklaring, welke DONDERS gaf van de door hem waargenomen feiten was evenwel onvoldoende en is in latere jaren voornamelijk door SCHWEIGGER heftig aangevallen. In overeenstemming met diens inzichten wordt tegenwoordig vrij algemeen aangenomen, dat een slecht ontwikkeld binoculair zien de voornaamste factor is in de aetiologie van den strabismus (CL. WORTH, BIELSCHOWSKY). Evenwel geeft deze laatste opvatting ons geene verklaring van het feit, dat we bij den strabismus convergens hypermetropie en bij den strabismus divergens myopie aantreffen. Bij het verlaten der theorie van DONDERS scheen het wel alsof men ook de waarheid, waarvoor de theorie gegeven werd, prijs gaf. Want, moge het slecht ontwikkeld binoculaire zien met zijn meest geringe fusieneiging de gelegenheid tot het ontstaan van strabismus geven, de refractieanomalieën hebben invloed op den vorm van strabismus en wel in dien zin, dat hypermetropie dan de oorzaak wordt van strabismus convergens en myopie meestentijds tot strabismus divergens aanleiding geeft. Het naaste doel dezer dissertatie is de oorzaak van dit verschijnsel op te sporen. Dat een

dergelijke invloed der refractieanomalieën ten nauwste moet samenhangen met de associatie tusschen accommodatie en convergentie, is duidelijk. Reeds DONDERS' theorie van het scheel zien ging daarvan uit. Willen we den invloed van de refractieanomalieën op den stand der oogen begrijpen, dan is hiertoe een nauwkeurige kennis van de associatie tusschen accommodatie en convergentie noodzakelijk. Dan kan daarna onderzocht of deze kennis ons de verwachte verklaring brengt. Men kan daarom deze dissertatie in twee gedeelten splitsen. In het eerste gedeelte, omvattende het derde, vierde en vijfde hoofdstuk, wordt de associatie tusschen accommodatie en convergentie bestudeerd, terwijl in het tweede gedeelte, omvattende het zesde, zevende en achtste hoofdstuk, hoofdzakelijk de invloed der refractieanomalieën op den stand der oogen wordt nagegaan, waartoe ik voornamelijk gevallen met behouden binoculair zien onderzocht. In beide onderzoek-reeksen werd zeer veel gebruik gemaakt van bepalingen van den zoogenaamden ruststand. Door STILLING is namelijk als een der eersten de aandacht gevestigd op het feit, dat bij normaal binoculair ziende personen na opheffing van het binoculair zien vaak een meer divergente of meer convergente stand der oogen optreedt. Dezen stand der oogen noemde hij den ruststand. Deze ruststand werd door hem in een aantal gevallen onderzocht om hieruit een stelling voor het ontstaan van den strabismus te putten. Daar mijne onderzoekingen voor een zoo groot gedeelte bestaan uit ruststandbepalingen, meen ik een meer uitvoerige bespreking van den ruststand en hetgeen we hieronder hebben te verstaan niet achterwege te mogen laten, terwijl ik dan tevens de nomenclatuur van enkele vormen

van ruststand, die in dit verband te pas komen, zal behandelen. Hieraan zijn het grootste deel van het eerste en het tweede hoofdstuk gewijd.

Wanneer we binoculair een punt fixeeren, ligt dit punt steeds op het snijpunt der beide bliklijnen. Het is nu de vraag of hetzelfde nog het geval zal zijn, wanneer één oog is afgesloten. Bij onderzoek blijkt dit zeer vaak niet het geval te zijn (v. GRAEFE, STEVENS, STILLING e. a.). De stand, dien de oogen aldus na opheffing van het binoculaire zien innemen, werd door STILLING de ruststand genoemd. In hoeverre we hier werkelijk aan „rust" kunnen denken, zullen we straks nader uiteenzetten. Ik wil thans een klein historisch overzicht geven over het waarnemen van een verschillenden stand der oogen bij binoculair en bij monoculair zien. Tot de oudste schrijvers, die van een dergelijke waarneming gewagen, behoort JOHANNES MÜLLER. Deze heeft opgemerkt, dat, zoo we een voorwerp op grooten afstand met één oog fixeeren, we, bij vrijlaten van het andere oog, soms een oogenblik dubbelbeelden waarnemen. De volgende verklaring wordt door hem hiervoor gegeven: „De verandering der refractie (accommodatie) is begrensd. Ligt nu het voorwerp, dat we fixeeren buiten deze grens, dan zal (zoo we één oog afsluiten) het afgesloten oog niet ingesteld zijn op het gefixeerde voorwerp, maar de convergentie zal in overeenstemming zijn met de uiterste grens der refractieveranderingen".

Een logisch gevolg van deze verklaring zou zijn, dat iedere myoop bij afsluiten van één oog en zien in de verte steeds een sterk convergenten stand der oogen moest hebben, wat niet waar is; reeds hieruit alleen blijkt de onhoudbaarheid van deze verklaring.

Uit het feit, dat, bij opheffing van het binoculaire zien, de oogen ten opzichte van elkaar een andere positie innemen, volgt, dat bij het binoculaire zien deze neiging tot afwijking op de eene of andere wijze moet worden overwonnen. Hierdoor zouden de oogspieren vermoeid kunnen worden, wat tot verschillende bezwaren aanleiding zou kunnen geven. Een dergelijken gedachtengang heeft A. von Graefe gevolgd, waar hij als een der oorzaken voor asthenopie de onvoldoende energie of de insufficientie der recti interni noemt. Hij bemerkte, dat bij sommige patienten met asthenopische klachten de oogen divergeeren, zoodra het binoculair zien hen onmogelijk wordt gemaakt.

Von Graefe onderzocht voornamelijk op leesafstand. Hij trof dezen toestand vooral bij sterk myopen aan, die terwille van hun refractietoestand een sterkere convergentie en dus ook sterkere musculi recti interni noodig hebben. Volgens von Graefe neemt bij myopie de tonus (Spannkraft) der musculi recti interni in verhouding tot den refractietoestand toe. Dan ontstaat dus geen insufficientie der musculi recti interni, zelfs 't tegendeel. Wel daarentegen, wanneer de myopie zeer snel ontstaat en zeer sterk wordt en de musculi recti interni niet in verhouding aan „Spannkraft'' winnen. We krijgen dan een relatieve insufficientie der musculi recti interni. Aldus kan ook strabismus divergens ontstaan, die begint voor de verte, daar de onduidelijke netvliesbeelden dan onvoldoende prikkels geven voor binoculair zien.

Von Graefe definieert de insufficientie der musculi recti interni ook als een naar de voorwerpsafstanden varieerenden dynamischen strabismus divergens, die door den drang naar enkelvoudig zien nog overwonnen wordt.

Von Graefe waarschuwt er voor insufficientie niet te verwarren met parese. Reeds hierom is het beter, gelijk Landolt later deed, te spreken van insufficientie der convergentie en niet der musculi recti interni.

Den stand, dien de oogen innemen, wanneer het binoculair zien is opgeheven noemt von Graefe evenals later Stevens den evenwichtsstand (Gleichgewichtsstellung, equilibrium).

Maar gelijk Wiers opmerkt is deze benaming minder goed, daar er in elken stand der oogen evenwicht is, die zoowel door krachtiger als door geringer spierinspanning kan zijn bereikt.

J. Stilling noemde dezen stand den ruststand der oogen. Evenwel is het alleen dan juist van ruststand te spreken, wanneer alle oogspieren zich in niet gecontraheerden toestand bevinden, gelijk ook Georg Meissner deed. Dat wij dezen stand niet verkrijgen door alleen maar het binoculaire zien op te heffen is reeds opgemerkt door Hansen Grut en Berry, die daarom onderscheid maakten tusschen anatomischen ruststand en functioneelen ruststand.

Heft men n.l. het binoculair zien op, dan blijft toch nog één oog fixeeren; èn door dit feit èn door 't feit, dat het binoculair zien langen tijd heeft bestaan, zijn er zooveel omstandigheden, die op den stand der oogen invloed kunnen uitoefenen, dat we het innemen van den anatomischen ruststand niet kunnen verwachten. Bij de verschillende onderzoekmethoden worden nu meer of minder dezer invloeden geëlimineerd, maar een methode, die al deze invloeden uitschakelt en waarmede we dus den anatomischen ruststand kunnen bepalen, bestaat op 't oogenblik niet. De uiteenloopende resultaten, met de verschillende methoden gevonden, maken het minder

wenschelijk den term functioneelen ruststand te behouden. De z.g. functioneele ruststand is niet één bepaalde stand der oogen, maar geheel afhankelijk van de omstandigheden waaronder en de methode waarop men het onderzoek verricht. Beter lijkt mij te spreken van een relatieven ruststand, waarmede bedoeld wordt een ruststand met betrekking tot een bepaalde methode van onderzoek, waarbij dan deze methode benevens alle verdere omstandigheden zeer nauwkeurig moeten worden beschreven.

We kunnen dus onderscheiden een anatomischen of absoluten ruststand, d. w. z. den stand, dien de oogen innemen, wanneer iedere innervatie der oogspieren is opgeheven; en een relatieven ruststand, d. w. z. den stand der oogen na de opheffing van het binoculaire zien.

Dat men bij den relatieven ruststand niet moet denken aan een toestand van rust, zal later meermalen blijken; alleen de innervatie der oogspieren, die een gevolg is van het optreden van diplopie (de fusieneiging), is hier opgeheven.

Weten we thans, wat we onder ruststand hebben te verstaan, dan dienen we nu de nomenclatuur te bespreken, waarmede de verschillende vormen van ruststand worden aangeduid. Met nadruk zij er op gewezen, dat de stand, dien de oogen bij paresen of paralysen innemen, hier geheel buiten beschouwing blijft.

De termen voor de verschillende vormen van ruststand zijn zeer vele, zoodat we ons aan één nomenclatuur moeten houden, willen we geen verwarring stichten. Von Graefe sprak van insufficientie der musculi recti interni bij eene afwijking, welke hij vond op leesafstand. Tegen het woord insufficientie oppert Stevens zeer gerechtvaardigde bezwaren. Wanneer men spreekt van

insufficientie, dan zou men denken, dat de musculi recti externi sterker zijn dan de musculi recti interni of deze laatsten abnormaal slap. Men heeft echter soms insufficientie der musculi recti interni voor dichtbij naast insufficientie der musculi recti externi voor de verte gevonden. Hoe men verder op deze wijze zou moeten beschrijven een geval, waarbij in den ruststand het eene oog hooger staat dan het andere, zou een waar puzzle worden. Verder herinnert de insufficientie van een paar spieren te veel aan een parese, wat de bedoeling niet mag zijn.

Iets beter zijn de door LANDOLT gebruikte benamingen als insufficientie der convergentie enz.; maar ook dit wijst te veel op een pathologischen toestand.

Ook sprak VON GRAEFE nog van een latenten dynamischen strabismus (divergens); een nomenclatuur in dezen geest zal eenvoudigheidshalve wel niemand wenschen.

Een zeer eenvoudige terminologie zou wezen om, gelijk vele schrijvers, te spreken van een latente deviatie, wanneer bij opheffing van het binoculaire zien de stand der oogen een andere wordt, en deze latente deviatie dan te verdeelen in latente divergentie, latente convergentie enz. Eveneens worden vaak termen gebruikt als divergente ruststand, convergente ruststand, parallele ruststand enz.

Tusschen deze wijze van benoemen en de nomenclatuur van STEVENS heb ik geaarzeld. Er zijn evenwel vormen van ruststand, die hier niet verder besproken worden, waar de terminologie van STEVENS bijna uitsluitend wordt toegepast. In verband hiermede heb ik ook in plaats van latente divergentie of convergentie de termen van STEVENS gebezigd.

Bij de beoordeeling van den ruststand gaat STEVENS uit van dien stand der oogen, waarbij de gezichtslijnen liggen in een horizontaalvlak, evenwijdig aan elkaar en aan de mediaanlijn. Het hoofd moet zijn in de natuurlijke positie, d. w. z. lichaam en hoofd rechtop. De ametropie wordt door STEVENS gecorrigeerd. Daar ook bij het onderzoek van STEVENS steeds één oog moet fixeeren, meet hij dus slechts een relatieven ruststand. Blijven de gezichtslijnen in bovengenoemden stand volharden, niettegenstaande 't binoculair zien is opgeheven, dan zegt STEVENS, dat er orthophorie bestaat. Heeft de gezichtslijn van het niet fixeerende oog daarentegen neiging om in een of andere richting uit te wijken, dan bestaat er heterophorie. Bij de heterophorie kunnen we weer verschillende vormen onderscheiden. Hiervan zullen in deze dissertatie slechts ter sprake komen: 1°. de esophorie, d. w. z. een neiging der gezichtslijnen om te convergeeren (latente convergentie); 2°. de exophorie, d. w. z. een neiging der gezichtslijnen om te divergeeren (latente divergentie).

Reeds meermalen heb ik er op gewezen, dat de verschillende onderzoekers steeds een relatieven ruststand en dus ook een relatieve heterophorie, esophorie of exophorie, bepaald hebben, passende bij hun methode van onderzoek. Eenvoudigheidshalve zal ik hier het woordje relatief maar weglaten en alleen wanneer we spreken over den anatomischen ruststand de verschillende neigingen aanduiden met absolute esophorie of absolute exophorie.

Ter illustratie van het verschil tusschen absolute heterophorie en de relatieve heterophorie volgens een of ander onderzoek kan ik mededeelen, dat STEVENS mel-

ding maakt van gevallen, waar hij voor 't eene oog exophorie, voor het andere oog esophorie vond. Hoewel we thans niet zullen trachten dit te verklaren, blijkt hieruit toch wel, dat dit de anatomische ruststand onmogelijk kan zijn, daar in dat geval esophorie en exophorie niet tegelijkertijd kunnen bestaan.

Als definitie van den relatieven ruststand heb ik genoemd den stand, dien de oogen innemen na opheffing van het binoculaire zien. Fixeert men nu een voorwerp, dat op eindigen afstand voor de oogen is gelegen, dan kunnen we bij opheffing van het binoculaire zien eveneens een convergentiebeweging of divergentiebeweging verwachten en zou men ook kunnen spreken van esophorie (neiging tot convergentie) en exophorie (neiging tot divergentie). Maar dan kunnen we niet meer als uitgangsstand dien stand der oogen gebruiken, welken ik hierboven van Stevens heb overgeschreven.

De definitie van den uitgangsstand zou ik willen laten verschillen naarmate we te doen hebben met den relatieven of met den absoluten ruststand der oogen. Voor het bepalen van den relatieven ruststand is het die stand der oogen, dien we noodig hebben om het fixatievoorwerp binoculair enkelvoudig te kunnen zien. Voor het bespreken van den anatomischen ruststand is de uitgangsstand die stand der oogen, waarbij de gezichtslijnen liggen in het primaire blikvlak (Hering) evenwijdig aan het mediaanvlak.

Een enkele opmerking omtrent de benaming pseudoheterophorie van Claud Worth e. a. Hiermede wordt bedoeld een heterophorie, die na correctie van de ametropie verdwijnt. Waar we echter nooit de absolute heterophorie kunnen bepalen en het steeds noodzakelijk

is de methode van onderzoek nauwkeurig te kennen, kunnen we dezen term best missen.

Ik zou onvolledig zijn, indien ik niet melding maakte van een andere wijze van nomenclatuur door ALEXANDER DUANE voorgesteld.

Volgens hem zijn de esophorie en exophorie symptomen van zeer verschillende toestanden. Hij wenscht een classificatie op meer physiologische gronden gebaseerd om zoodoende een meer natuurlijke verdeeling in groepen te verkrijgen. De esophorie en exophorie zouden berusten deels op anatomische abnormaliteiten en paretische of spastische toestanden der spieren, deels op een insufficientie of een exces der convergentieinnervatie of divergentieinnervatie. Het exces of de insufficientie der convergentie kan dan accommodatief zijn (hypermetropie en myopie) of niet. Verder noemt hij nog perverse werkingen. DUANE schrijft, dat de differentiaaldiagnose gemakkelijk is te maken, maar ik ben bang dat dit in de praktijk zeer tegen zal vallen. Ieder, die wel eens een differentiaaldiagnose heeft willen maken tusschen convergentiespasmus en divergentieparese zal mij moeten toestemmen, dat er zeer vele factoren steeds bij komen, die het onderzoek bemoeilijken. Ik vind het daarom voorloopig verstandiger ons bij de verdeeling van esophorie en exophorie te houden, waarbij we dan paresen en paralysen der oogspieren uitsluiten.

Voor ik dit hoofdstuk besluit wensch ik nog mede te deelen, dat ik voor de aanduiding der verschillende oogbewegingen geheel en al de terminologie zal volgen, zooals ze door ALEX. DUANE is voorgesteld. Hoewel DUANE zijn „The Nomenclature of the Ocular Movements" reeds in 1899 heeft geschreven, heerscht er nog steeds

een dergelijke verwarring als toen en worden de termen abductie en adductie b.v. nog steeds in tweeërlei beteekenis gebruikt, n.l. als beweging van ieder oog afzonderlijk en in den zin van divergentie en convergentie. Wat men verder onder positieve rolling b.v. van het rechter oog heeft te verstaan is ook niet altijd duidelijk, wijl de een hieronder verstaat een rotatie als de wijzers van het uurwerk, dus nasaalwaarts, terwijl anderen er juist een rolling slaapwaarts onder verstaan (positieve declinatie).

Zonder hier nu de geheele terminologie op te sommen en te bespreken stel ik vast onder abductie en adductie slechts bewegingen van ieder oog afzonderlijk te zullen verstaan, evenals bij alle samenstellingen met — ductie, terwijl de samenstellingen met — vergentie steeds doelen op een geassocieerde tegengestelde beweging der beide oogen, gelijk divergentie en convergentie.

TWEEDE HOOFDSTUK.

Methoden voor het bepalen van de esophorie en exophorie.

Bij de verschillende onderzoekingen, voor mijn dissertatie verricht, nemen de bepalingen van esophorie en exophorie een zeer belangrijke plaats in. Voor deze bepalingen bestaat een groot aantal methoden, die volgens mijne ervaring evenwel niet steeds tot dezelfde uitkomsten leiden. Wat hiervan de oorzaak is, kan alleen bij een nauwkeurige bestudeering der methoden blijken. Voor ik evenwel tot een beschrijving der methoden overga, wil ik eerst nagaan, welke factoren invloed uitoefenen op den stand der oogen. Deze factoren vinden hun oorsprong deels in den anatomischen bouw van oogbol en omgeving, deels in het zenuwstelsel voor zoover het den spanningsgraad der spieren beheerscht. We kunnen daarom spreken van anatomische factoren, die uitsluitend op physische krachten berusten, en van functioneele factoren, die uitsluitend van physiologische krachten afhankelijk zijn. Waren we nu in staat alle functioneele factoren te elimineeren, dan hadden we den anatomischen ruststand voor ons. Evenwel is het nog niet mogen gelukken een methode van onderzoek uit te denken, waarmede we dit bereiken. Wil men echter alleen weten, welken stand de oogen zullen innemen bij afwezigheid van het binoculaire zien, dan moet ook de methode

zóó wezen, dat hierbij alle oorzaken voor convergentie-innervatie, afhankelijk van het binoculaire zien, zijn opgeheven. Nu berusten alle methoden wel hierop, dat men het binoculaire zien opheft en aldus ook de neiging tot het binoculaire zien, de z.g. fusieneiging, tracht op te heffen. Dat dit niet steeds samengaat zal ons straks bij de afzonderlijke bespreking van de verschillende methoden blijken. Bij de bestaande methoden van onderzoek is steeds één oog, dat fixeert, dat dus in functie is en waarvan de stand dus door min of meer functioneele factoren bepaald wordt.

Onder deze functioneele factoren is een aantal, dat op den convergentiestand der oogen invloed kan hebben; dus, zelfs bij monoculair zien kan een convergentie-innervatie optreden. Deze factoren, die bij monoculair zien een convergentiebeweging kunnen veroorzaken, zijn:

1. Andere oogbewegingen, die als nevenbeweging een convergentie doen ontstaan.
2. De accommodatie.
3. De afstandsvoorstelling.
4. De persistentie van convergentie.

1. Convergentie als nevenbeweging bij andere oogbewegingen: Het eene oog fixeert een voorwerp; er is misschien een oogspierinnervatie noodig geweest om een goede instelling te verkrijgen. Door deze instelling kan onder omstandigheden een convergentieverandering optreden, wat we door een eenvoudig onderzoek kunnen aantoonen. We kunnen n.l. de heterophorie bepalen, terwijl het gefixeerde voorwerp zich bevindt in een horizontaal vlak ter hoogte van de oogen, maar ook, wanneer het hieronder of er boven ligt. Bij mijn eigen oogen vind ik het volgende: verplaats ik het voorwerp van uit het

horizontale vlak omhoog, dan neemt de exophorie sterk toe. Beweeg ik het voorwerp naar beneden, dan neemt de exophorie eerst af om bij sterk omlaag gerichten blik weer aanmerkelijk toe te nemen. Zijn dus bij den onderzochten persoon in den anatomischen ruststand de gezichtslijnen omhoog of omlaag gericht (anophorie of katophorie) en is het voorwerp in het horizontale vlak geplaatst, dan zal dit invloed hebben op de esophorie en exophorie. Bij het onderzoek moet het hoofd rechtop en volkomen stil gehouden worden. Bestaat er een cyclophorie (latente torsie) dan is het mogelijk, dat ook de poging om de verticale afmeting van het voorwerp te brengen op de verticale netvliesmeridiaan een convergentieverandering teweegbrengt.

2. Convergentie als gevolg der accommodatie: Deze convergentieinnervatie, die met een accommodatieinnervatie gepaard gaat, is zeer gemakkelijk aantoonbaar, zoo we slechts bij het fixeeren van een voorwerp in de verte den ruststand bepalen en deze ruststandbepaling herhalen, nadat voor het fixeerende oog verschillende negatieve sphaerische glazen geplaatst zijn. Dit is een gevolg van den samenhang van accommodatie en convergentie, die in het eerste gedeelte van deze dissertatie uitvoerig besproken zal worden. Wil men de accommodatie buiten beschouwing laten bij de ruststandbepaling door haar geheel en al op te heffen, dan zal blijken, dat dit nog niet zoo eenvoudig is. Heeft men te doen met emmetropen en licht myopen, dan heeft men slechts het fixatieobject op grooten afstand van de oogen te plaatsen. Maar hoe bij hypermetropen? Wil men hier de accommodatie geheel opheffen, dan zou men ook de latente hypermetropie moeten kunnen opheffen, wat niet mogelijk is. Vooral

waar we vaak vinden, dat bij fixeeren met één oog deze latente hypermetropie sterker is, dan bij binoculair zien. Bovendien valt nog op te merken, dat bij vele z.g. emmetropen een latente hypermetropie bestaat.

Het eenige middel om de accommodatie geheel op te heffen ware het indruppelen met een accommodatie-verlammend middel, wat niet altijd zonder bezwaar kan gebeuren.

3. Convergentie door afstandsvoorstelling. Wanneer men den ruststand der oogen bij verschillende accommodatietoestanden wil leeren kennen, dan kan men hiertoe op twee manieren geraken. Ten eerste door het fixatievoorwerp op b.v. 25 c.M. afstand (d.w.z. 4 D. accommodatie) voor het oog te plaatsen, terwijl men volgens een der later te bespreken methoden den stand van het niet fixeerend oog ten opzichte van het fixeerende oog bepaalt; ten tweede kan men een gelijke accommodatie opwekken door voor het fixeerende oog een concaaf glas van 4 dioptrieën te plaatsen en het voorwerp in de verte te laten staan. Bepaalt men dan den stand der oogen ten opzichte van elkaar, dan zal men bij gelijke accommodatie als in het eerste geval een convergentie vinden, die er volstrekt niet mede gelijk is. Aan het fixeerende oog is alles hetzelfde; accommodatie, stand van het oog zijn in beide gevallen niet verschillend; alleen zal de pupil in het tweede geval misschien iets wijder zijn, maar dit kan wel als gevolg, niet als oorzaak van een andere convergentie opgevat worden. Slechts een psychisch moment en wel de voorstelling, die we ons maken omtrent den afstand tusschen voorwerp en ons oog, toont ons hier den invloed op den stand der oogen.

4. Convergentie als gevolg van persistentie van convergentie: Wanneer geruimen tijd zonder accommodatie een voorwerp in de verte monoculair wordt gefixeerd, dan vindt men bij vele personen een langzamerhand toenemende divergentie of verminderende convergentie. Hieruit blijkt, dat zelfs bij het monoculair zien nog een convergentie innervatie bestaat, die niet door accommodatie of afstandsvoorstelling is te verklaren. Het is mogelijk, dat deze persistentie van convergentie uitsluitend gezeteld is in het motorisch gedeelte tengevolge van veranderingen, die het voortdurend convergeeren ter wille van het binoculair enkelvoudig zien heeft veroorzaakt. Waarschijnlijker lijkt mij het volgende. Het fixeerende oog ontvangt retinaprikkels. Deze retinaprikkels gaan bij het gewoonlijk binoculair enkelvoudig zien steeds met een convergentie-innervatie gepaard. Hierdoor heeft zich een associatie ontwikkeld tusschen retinaprikkels en convergentie-innervatie, zoodat iedere retina- of lichtprikkel direct een convergentie-innervatie teweeg brengt. Zeer opmerkelijk vind ik in verband hiermede het volgende verschijnsel.

Wanneer ik eenige minuten de oogen gesloten heb gehouden en ze daarna weder open, terwijl slechts monoculair zien mogelijk is, treedt er de eerste seconden een duidelijk waarneembare convergentie op. Ik kan dit slechts zoo verklaren, dat bij het sluiten der oogen de convergentietonus sneller afneemt, terwijl het ontvangen van netvliesprikkels weer een neiging tot de gewoonlijk er mede gepaard gaande convergentie opwekt.

Deze inleiding meende ik te moeten geven voor ik overga tot de eigenlijke bespreking der verschillende methoden van onderzoek. Alleen zij er nogmaals aan

herinnerd, dat ik paresen en paralysen in deze verhandeling geheel uitsluit.

Volledigheidshalve wil ik nog mededeelen, dat volgens sommige schrijvers reflectorisch, b.v. door prikkeling van het darmkanaal door ingewandswormen enz. een convergentie zou zijn op te wekken; in hoeverre dit waarheid bevat, kan ik niet zeggen. Waar ik thans zal aanvangen de verschillende methoden achtereenvolgens te behandelen, lijkt het mij wenschelijk een volgorde vast te stellen. Oorspronkelijk dacht ik een historische indeeling te volgen, maar wijl ik hierbij te dikwijls in herhaling moest vervallen, schijnt onderstaande groepenverdeeling mij beter toe.

I. Autopsie van den ruststand.

II. Bepaling van den ruststand, terwijl beide oogen gelijk waarnemen, maar door het toepassen van een kunstgreep het binoculaire zien is opgeheven en de oogen dus kunnen dissocieeren.

α. De kunstgreep bestaat in een schijnbare verplaatsing der waargenomen beelden.

1. Methode von Graefe-Stilling.
2. Phorometer van Stevens.
3. Dubbelprisma van Maddox.
4. Heterophorometer van Bielschowsky.

β. De kunstgreep bestaat in een vormverandering van een der waargenomen beelden.

1. Glasstaafjes van Maddox.
2. Phoro-optometer van Meyrowitz.
3. Stenopaic lens.

III. Bepaling van den ruststand, waarbij slechts één oog waarneemt en bij wegname van het scherm, dat het andere oog bedekt, subjectief of objectief de stand van dat oog wordt bepaald.

1. Methode van STILLING.
2. DUANE's parallax.
3. Objectieve bepaling volgens STRAUB.

I. Autopsie van den ruststand.

Het verwijt zou me kunnen treffen, dat dit geen methode van onderzoek is, en ik zou hier niets tegen kunnen zeggen. Het is meer een wijze om bij zichzelf den ruststand waar te nemen en aan STILLING komt de verdienste toe hierbij het eerst aan ruststand gedacht te hebben. De benaming autopsie heb ik in navolging van WIERS gekozen.

STILLING is er in geslaagd om zonder hulpmiddelen zijn oogen in den ruststand te doen overgaan. Hij richt zijn blik naar een plek van den hemel, waar zich een enkele schitterende ster bevindt en terwijl hij voelt, dat zijn oogspieren zich ontspannen, neemt hij gelijknamige dubbelbeelden waar. Aldus ontdekte hij bij zichzelf een convergenten ruststand (esophorie). Dat deze manier als methode van onderzoek zich niet algemeen laat gebruiken, is duidelijk, daar zij veel te moeilijk is en er een oefening voor noodig is, volgens STILLING gelijk aan die voor de ontspanning der accommodatie bij het ophthalmoscopisch onderzoek. Later leerde STILLING ook zijn oogen in den ruststand te laten overgaan bij 't fixeeren van een voorwerp in de nabijheid.

In navolging van STILLING heb ik hetzelfde beproefd en spoedig gelukte het mij zonder veel moeite er in te slagen. Voor voorwerpen in de nabijheid zou men allicht vermoeden, dat men de oogen feitelijk richt op een ander punt, hetzij verder af, hetzij dichter bij dan het te fixeeren voorwerp en dat men aldus de

physiologische dubbelbeelden waarnam. Deze fout kon ik op de volgende wijze ontgaan. Ik nam zeer klein gedrukte letters (KOSTER) en, terwijl ik mijn oogen in den ruststand liet overgaan, fixeerde ik een der beide dubbelbeelden en kon zeer duidelijk de fijne drukletters lezen, voor zoover ze ten minste niet door het andere beeld bedekt waren. Het andere beeld, voor zoover het niet op de fovea valt, is wazig; het gedeelte, dat wel op de fovea valt, treedt niet in het bewustzijn.

Bij deze methode, die volkomen subjectief is, kan ook door een ander het overgaan in den ruststand worden waargenomen.

II α 1. Methode von Graefe-Stilling.

Deze methode, die oorspronkelijk door von GRAEFE is toegepast om de „insufficientie der musculi recti interni" te onderzoeken, is later door STILLING gebruikt om den ruststand der oogen te bepalen.

Volgens deze methode plaatst men voor één der oogen een prisma met basis volkomen horizontaal. Dat prisma moet zoo sterk zijn, dat de dubbelbeelden, die worden opgewekt, niet vereenigd kunnen worden door de fusieneiging. VON GRAEFE meende, dat, wanneer eenmaal het enkelvoudig zien opgeheven was, ook de regulatorische heerschappij van het zien over de oogspieren en het tot een zekere grens bedwingen der natuurlijke spanningsneigingen verloren waren. VON GRAEFE gebruikte vrij sterke prismata; een prisma van 6° is echter meestal voldoende om diplopie te veroorzaken. Volgen de oogen dus hunne natuurlijke spanningsneigingen, dan zullen, zoo er exophorie of esophorie bestaat, de dubbelbeelden niet verticaal, doch schuin boven elkaar gezien worden.

Als fixatieobject gebruikt VON GRAEFE voor de verte een kaarsvlam en voor het onderzoek op korten afstand een dikke zwarte stip, waardoor een zeer dunne verticale lijn loopt. Deze verticale lijn moest dienen om goed het verschil in horizontalen afstand tusschen de beide dubbelbeelden te kunnen waarnemen.

Dat men op deze wijze slechts een relatieven ruststand kan bepalen is duidelijk, maar bovendien geeft ze nog aanleiding tot allerlei fouten.

Wat de wijze van uitvoering betreft dient op het volgende gelet. Wil men bij verschillende onderzoekingen waarden bekomen, die met elkaar zijn te vergelijken, dan moet men zorgen, dat het hoofd steeds rechtop wordt gehouden en dat het fixatieobject ligt in één horizontaalvlak met de oogen. Vervolgens moet het prisma met de basis volkomen horizontaal gehouden worden. Een prisma geeft n.l. een schijnbare verplaatsing naar den top van het prisma en wanneer dit nu scheef gehouden wordt, zou men foutieve waarnemingen doen.

VON GRAEFE zelf heeft hier reeds op gewezen, maar hij vond de fout te gering om belangrijk te zijn. Men moet bedenken, dat VON GRAEFE onderzocht voor therapeutische doeleinden, terwijl STILLING e.a. zijn methode voor een wetenschappelijk onderzoek gebruikten. Gaat men na welke der vroeger genoemde functioneele factoren uitgeschakeld zijn of kunnen worden, dan vindt men het volgende:

Het binoculair zien is opgeheven, maar daarom nog niet de neiging tot binoculair zien.

Dit blijkt zeer duidelijk, wanneer men de resultaten, met deze methode verkregen, vergelijkt met die volgens een nauwkeuriger onderzoek (staafjes van MADDOX) gevonden. Volgens den een zou er meer neiging zijn de

beide beelden in één verticale te brengen, volgens den ander meer om ze in één horizontale te zien. Hoe het zij, de neiging bestaat en is vooral duidelijk bij onderzoek op korten afstand, waar men de z.g. punt-streep proef toepast. Von Graefe zeide reeds, dat de verticale lijn zeer dun moest zijn, maar hoe dun ook maakt ze toch vaak, dat er fusie plaats vindt, daar deze lijnen niet geheel boven elkaar liggen. Deze neiging tot fusie der verticale lijnen kan zoo sterk zijn, dat zwakke abduceerende of adduceerende prisma's, voor het oog geplaatst, het binoculair enkelvoudig zien van de verticale lijn niet opheffen. Deze lijn moet dus zeker weggelaten. In 't algemeen kan gezegd worden, dat de fusieneiging minder sterk is, wanneer het prisma niet vlak voor het oog wordt gehouden. (Stevens).

De tweede functioneele factor, n.l. de accommodatie, kan men zooveel mogelijk opheffen, wanneer dit bij zien op grooten afstand noodig is. Evenwel bij het onderzoek op korten afstand is juist een uiterst nauwkeurige accommodatie noodig en de zwarte stip, door Von Graefe gebruikt, is hiervoor minder gelukkig gekozen. Reymond gebruikte daarom een zwarten ring, waarin hij zwarte puntjes plaatste als bij de optotypen van Burchardt. Dit geeft het voordeel, dat men zeker weet, dat het oog goed accommodeert, wanneer het de puntjes duidelijk ziet. Bovendien is de ring zwart genoeg om te worden waargenomen, ook wanneer het beeld niet op de fovea valt.

Wat betreft de overige drie functioneele factoren (n.l. het richten van de gezichtslijn, afstandsvoorstelling en persistentie van convergentie), deze blijven natuurlijk in al hun kracht bestaan.

Ten slotte dienen we nog na te gaan of de diplopie,

die subjectief wordt waargenomen, wel een volkomen juiste weergave van de heterophorie is. Waar er meermalen geschreven is over een monoculaire localisatie, die verschilde van de binoculaire en ook voor rechter- en linkeroog niet dezelfde zou zijn, zou het daar niet mogelijk kunnen zijn, dat, waar we een kunstmatige diplopie opwekken, ieder oog zijn monoculaire localisatie toepast? Dit verschil in monoculaire localisatie zou wel op heterophorie kunnen berusten, maar dit moet nog nader onderzocht worden. Berust het niet op heterophorie, dan moet het hier in ieder geval buitengesloten zijn. Met verschil in monoculaire localisatie wordt bedoeld, dat de beelden der foveae bij dissociatie van beide oogen niet op dezelfde plaats gelocaliseerd worden. Kwam het voor bij deze methode van onderzoek, dan zou hier uit volgen, dat men tegelijkertijd twee plaatsen scherp zag, die schijnbaar naast elkaar lagen. Neemt men deze proef met letters, dan ziet men echter na eenige oefening, dat de voorwerpen, die de rechter en linker fovea treffen, dus scherp gezien worden, op dezelfde plaats gelocaliseerd worden.[1])

Men moet hier wel aan denken, dat men door den „wedstrijd der gezichtsvelden" niet beide beelden op de foveae tegelijkertijd waarneemt.

De fout, die zou kunnen ontstaan door verschil in localisatie, wordt dus niet gemaakt; wel daarentegen wordt een localisatiefout gemaakt indien de verticale netvliesmeridianen in beide oogen niet evenwijdig aan elkaar zijn. Dit kan een gevolg zijn van het conver-

[1]) Zeer geringe verschillen in localisatie zou ik niet kunnen waarnemen, maar deze zouden zóó klein zijn, dat ze niet in aanmerking kwamen.

geeren der verticale scheidingslijnen naar onderen, gelijk de opvatting van HERING e. a. was; maar het kan ook de uiting zijn van een bestaande cyclophorie. In ieder geval moeten we er aan denken, dat ze vaak niet parallel zijn. Gesteld we fixeeren met het linkeroog een kaarsvlam. Bestaat er nu orthophorie, dan zal het beeld van het rechteroog, waarvoor een prisma gehouden wordt, verticaal onder of boven de fovea liggen. Hier evenwel niet op dezelfde verticale netvliesmeridiaan. Het gevolg hiervan is, dat we geen orthophorie maar exophorie of esophorie vinden, al naar dat de top van het prisma naar onderen of naar boven gekeerd is. Een andere onnauwkeurigheid voortkomend uit de subjectieve waarneming der diplopie doet zich voor, zoodra de onderzochte persoon beurtelings de beide beelden van het fixatie-object scherp wil zien, om den juisten stand der dubbelbeelden aan te geven. Hiertoe zal hij namelijk de oogen omhoog heffen en doen dalen, wat, gelijk ik vroeger reeds vermeldde, een wisselenden graad van heterophorie geeft. We vernemen dan ook vaak bij het onderzoek, dat de laterale afstand der dubbelbeelden niet gelijk blijft.

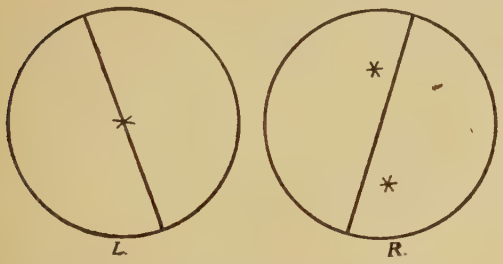


Fig. 1.

Schema van de ligging der netvliesbeelden ten opzichte van de verticale netvliesmeridiaan in het fixeerende en in het niet fixeerende oog, wanneer er orthophorie bestaat, doch de verticale netvliesmeridianen niet evenwijdig loopen.

Ook quantitatief kan men volgens deze methode de heterophorie bepalen. Men kan dit doen door middel van prismata, die de heterophorie corrigeeren of door

het meten van den afstand der dubbelbeelden. Bij het gebruik van prismata heeft men weer de moeilijkheid, dat de basis volkomen verticaal moet worden gehouden, daar men anders steeds een te groote mate van exophorie of esophorie vindt.

Den afstand der dubbelbeelden kan men meten met een horizontale lineaal, gelijk SCHIÖTZ deed. De lineaal is van deelstrepen voorzien. Men moet de verschuiving der beide beelden van de lineaal aflezen.

Voor dichtbij gebruikt SCHIÖTZ een dikke streep met verdeeling en kleine cijfers om de accommodatie nauwkeurig te doen zijn.

Ook tangentiaal kan men den afstand meten. Dit is natuurlijk zeer gemakkelijk, daar men dan direct de heterophorie in graden kent. MADDOX maakte een tangentenschaal om op 5 M. afstand te gebruiken (evenwel voor zijn eigen methode van onderzoek) en een om op 25 c.M. afstand te gebruiken. Op het nulpunt van deze laatste staat een verticale pijl; de cijfers en strepen links van het nulpunt zijn rood, rechts van het nulpunt zwart gekleurd om het aflezen te vergemakkelijken. Het meten van den afstand der dubbelbeelden heeft het nadeel, dat we door het beurtelings fixeeren van boven- en onderliggend object een schommeling in afstand te weeg brengen. Voor dichtbij heeft de methode nog het volgende nadeel. Weten we den afstand der dubbelbeelden (a) en willen we den hoek kennen, dan moeten we deelen door den afstand van voorwerp (lineaal) tot oogen (r) om den tangens van den hoek te kunnen vinden. Is deze afstand groot, dan maakt het niet veel verschil of

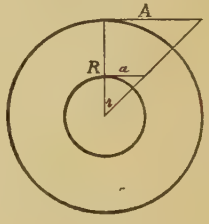


Fig. 2.

hij 1 c.M. langer of korter is $\left(\frac{A}{R + 1}\right)$, maar wel, wanneer a en r klein zijn $\left(\frac{a}{r + 1}\right)$

Dit wil dus zeggen, dat een kleine verschuiving van lineaal of tangentenschaal naar achteren of naar voren op korten afstand van de oogen een groot verschil in waarneming geeft.

In 't kort zijn dus de nadeelen aan deze methode van onderzoek verbonden de volgende:

1. Hoofd en lichaam moeilijk in dezelfde houding te fixeeren.
2. Stand van het prisma wijkt licht af.
3. Neiging tot binoculair zien niet geheel opgeheven.
4. Drie der andere functioneele factoren blijven bestaan.
5. Invloed van den stand der verticale netvliesmeridianen.
6. Beurtelings fixeeren der dubbelbeelden.
7. Subjectiviteit der methode.

Dit laatste nadeel had ik nog niet genoemd, maar het afhankelijk zijn van de opgaven van den onderzochten persoon maakt het onderzoek steeds minder geschikt dan een of andere objectieve methode.

II *α* 2. Men heeft getracht de methode te verbeteren en aldus is ontstaan de phorometer van Stevens. Dit zeer gecompliceerde instrument bestaat uit twee prismata van 5°, voor elk oog een. Terwijl de basis van het eene prisma horizontaal boven staat, staat die van het andere prisma horizontaal beneden. Met een hefboompje kan men de beide prismata in dezelfde richting draaien, waardoor de dubbelbeelden zich ten opzichte van elkaar verplaatsen. Men beweegt de prismata nu zoolang, tot de beelden verticaal boven elkaar gezien worden; door middel van een verdeeling, die op dit toestel is aange-

bracht, kan men dan direct de esophorie of exophorie aflezen. Het instrument is geplaatst op een stang, die door middel van een schroef en een waterpas volkomen horizontaal gesteld kan worden. Hierdoor is de goede stand der prismata verzekerd. Verder kan deze stang rijzen en dalen, zoodat de onderzochte persoon het hoofd in de goede houding kan plaatsen. Daar de prismata op een standaard staan en niet in een pasbril gezet zijn, behoeft men ze ook niet vlak voor de oogen te houden. Dit instrument heeft zeker voordeelen, daar de eerste twee nadeelen, in de vorige methode genoemd, hier vervallen. Bovendien is door den goeden stand der prismata ook de quantitatieve bepaling veel juister en ten slotte kan men direct de heterophorie aflezen, wat de snelheid van het onderzoek zeer bevordert. De overige vijf bezwaren blijven echter ook in deze methode bestaan.

Daar ik zelf den phorometer meermalen gebruikt heb, kan ik uit eigen ondervinding als lastig bezwaar noemen, dat men zoo vaak hoort, dat de beeldjes niet stilstaan. Dit kan op een wisseling in accommodatie berusten of zooals boven uiteengezet op een beurtelings fixeeren der dubbelbeelden. Evenwel vermeld ik dit bezwaar hier, wijl het mij trof, dat ik 't veel meer bij esophorie, dan bij exophorie hoorde.

II *α* 3. Een tweede modificatie van het enkelvoudig prisma is het dubbelprisma van Maddox. Het geheel bestaat als het ware uit twee prismata, ieder van 8° met de bases tegen elkaar (uit één stuk glas vervaardigd). Hield hij nu dit dubbelprisma met de bases horizontaal voor het oog en fixeerde hij b.v. een lichtpunt, dan nam hij hiervan drie beeldjes waar. Het

middelste beeldje werd door het onbedekte oog waargenomen. Wanneer men nu maar zorgt, dat de beide andere beeldjes in één verticale gezien worden, dan is het duidelijk, dat men meteen den goeden stand van het prisma gevonden heeft.

Cl. Worth, die deze methode toepaste, liet twee proefkaarten maken om hiermede de exophorie, esophorie en ook de andere vormen van ruststand in de nabijheid te onderzoeken.

No. 1.

No. 2.

Plaatst men nu voor het eene oog het dubbelprisma en fixeert met het andere oog de horizontale lijn op proefkaart No. 1, dan zal men bij orthophorie drie lijnen waarnemen, evenwijdig, even ver van elkaar en recht boven elkaar. Bij esophorie en exophorie zal de middelste lijn evenwijdig ten opzichte van de beide anderen naar links of rechts verschoven zijn.

Proefkaart No. 2 dient voor een iets grootere esophorie of exophorie. Men kan dan zeggen welke der kleine letters met de O in één verticale staat. Bovendien biedt deze proefkaart het voordeel, dat men gedwongen is bij het fixeeren der kleine letters juist te accommodeeren.

De quantitatieve bepalingen zijn gelijk aan die bij het enkelvoudig prisma.

De voordeelen boven het enkelvoudig prisma zijn de volgende:

1°. Het prisma is gemakkelijk in den goeden stand te houden.

2°. Waar men drie beeldjes heeft, lijkt het mij wel waarschijnlijk, dat de fusieneiging geringer zijn zal dan

bij het enkelvoudig prisma; uit ervaring is mij dit evenwel niet bekend.

3°. De stand der verticale netvliesmeridianen heeft geen invloed meer op de resultaten. De overige vier genoemde nadeelen blijven echter onveranderd bestaan.

II α 4. Alleen voor het bepalen van den ruststand op korten afstand heeft BIELSCHOWSKY den heterophorometer geconstrueerd. Het instrument bestaat uit een z.g. amerikaanschen stereoscoop. In de openingen voor de oogen bevinden zich rechts een prisma van 5° met basis horizontaal beneden en links een prisma van 5° met basis horizontaal boven. Het principe dezer methode komt dus overeen met het prisma van VON GRAEFE. Het fixatieobject is een verticale pijl en bevat tevens een schaalverdeeling om de afwijking direct af te lezen. Daar deze schaal in twee kleuren is gedrukt (rood en groen) en voor het eene oog een rood glas wordt gehouden, is fusieneiging geheel uitgesloten, zoodat BIELSCHOWSKY er nauwkeuriger resultaten mede verkreeg dan met de aanstonds te bespreken staafjes van MADDOX. Hoewel niet door eigen ervaring bekend, lijkt me deze methode voor ruststandbepaling op korten afstand zeer goed.

Welk een verbetering het dubbelprisma ook wezen mocht, toch ging MADDOX nog een stap verder om de fusieneiging nog geringer te maken en aldus kregen we de naar hem geheeten:

II β 1. Glasstaafjes van MADDOX. Dit instrument bestaat uit niets anders dan een cylindervormig staafje. Het staafje werkt als een sterke cylinderlens en zal dus in de richting loodrecht op de as, wanneer men b.v. er door heen kijkt naar een kaarsvlam, een uitgerekt beeld geven, hetwelk men als een lichtende lijn waarneemt.

Nog beter is het wanneer men een aantal glasstaafjes tegen elkaar plaatst of gelijk BERRY deed een glasplaat van evenwijdige ruggen en groeven laat voorzien. Deze laatste eenigszins kostbare wijziging is echter geheel overbodig, zoo men slechts zorgt, dat de staafjes goed aansluiten, zoodat men er niet tusschen door kan zien en ook verder met het door de staafjes bedekte oog niets van de omgeving kan waarnemen. Om de fusieneiging nog meer tegen te gaan, kan men de glasstaafjes rood gekleurd maken, terwijl men voor het andere oog een groen of blauw gekleurd glas houdt. De wijze van onderzoek is uiterst eenvoudig. Men plaatst ter bepaling van esophorie en exophorie de staafjes zoo voor een oog, dat de lichtstreep verticaal gezien wordt. Met het andere oog ziet men de kaarsvlam. Het geheel ongelijke der beide beelden maakt, dat een fusie uitblijft. Toch wordt ook hier de fusieneiging nog niet geheel opgeheven. STRAUB vertelt, dat hij enkele officieren van gezondheid volgens deze methode onderzocht had, toen een verklaring van het onderzoek gaf en daarna het nog eens herhaalde. Het bleek hem toen, dat onder het bewustzijn, dat vlam en lichtstreep bij elkaar behoorden, convergentie innervatie's optraden. Ook mij bleek dit, waar ik zoowel medische studenten als poliklinische patiënten voor het onderzoek gebruikte. De studenten, die weten, dat lichtstreep en vlambeeld bij elkaar behooren, vertoonen meer neiging de beide beelden te vereenigen dan de poliklinische patiënten. Dit uit zich hierin, dat ze de lichtstreep telkens naar de vlam zien bewegen. Het zou evenwel ook kunnen ontstaan door een wisselende accommodatie, terwijl de poliklinische patiënten door minder nauwkeurig waar-

nemen het bewegen der streep niet opmerken. Eigenaardig is het, dat na vooraf sterk convergeeren, de streep steeds zeer langen tijd blijft bewegen. Wil men de fusieneiging geheel opheffen, dan kan men een schermpje houden voor de staafjes van MADDOX; neemt men plotseling het schermpje weg, dan kan men waarnemen van welke zijde de lichtstreep de vlam nadert. Bijna altijd is deze modus operandi mij evenwel onnoodig gebleken, vooral wanneer gekleurde glazen gebruikt worden. Deze methode is beslist nauwkeuriger dan de methode met de prismata, daar ik met de staafjes van MADDOX meestal een sterkere exophorie, esophorie enz. vond. Uit dit feit blijkt tevens, dat evenmin als met prismata het verschil in monoculaire localisatie meegemeten wordt. Want dan zou men bij gebruik van de staafjes van MADDOX in plaats van de prismata, de exophorie meer toegenomen moeten vinden dan de esophorie. Dit is geenszins het geval, eerder vond ik nog een iets grootere toename der esophorie.

Voor het onderzoek op korten afstand is een kaarsvlam ongeschikt, daar de vlam te groot is en ook de afstand tusschen vlam en tangentenschaal bij quantitatieve bepaling van te grooten invloed wordt. Daarom gebruikte MADDOX eerst voor dit onderzoek een gepolijst zilveren knopje, dit bleek echter veelal te lichtzwak voor de staafjes, terwijl bij gebruik van een cylinderlens de opheffing der fusieneiging twijfelachtig werd. MADDOX zelf en BARTELS hebben dit later op zeer eenvoudige wijze verbeterd. Zij maakten een tangentenschaal met een kleine ronde opening op het nulpunt. Hierachter werd een lichtbron geplaatst. De onderzochte persoon leest zelf af, waar hij de roode lijn op de tangentenschaal ziet en is dan

tevens gedwongen op den goeden afstand te accommodeeren. MADDOX gebruikte ook het hemellicht, dat hij door middel van een rechthoekig prisma door het gaatje in de tangentenschaal liet schijnen.

Daar ik nu toch tot de quantitatieve bepalingen genaderd ben, kan ik even mededeelen, dat men ook hier prismata kan gebruiken, die evenwel de vroeger beschreven nadeelen hebben. De reeds genoemde tangentenschaal voldoet beter bij dit onderzoek en is door MADDOX zoo gemaakt, dat ze in horizontale en verticale richting is te gebruiken. Voor groote afstanden is de tangentenschaal uitstekend; de onderzochte persoon leest zelf den graad van heterophorie af en terwijl hij het cijfer, waarop de roode lichtstreep valt, met het onbedekte oog fixeert, valt de lichtstreep op de verticale netvliesmeridiaan, die door de fovea van het andere oog gaat. Het is onnoodig en zelfs niet wenschelijk, zooals ik zelf in 't begin van mijne onderzoekingen deed, de kaarsvlam te laten fixeeren. Komt er een aanzienlijke verplaatsing van de lichtstreep tot stand, als men deze wil fixeeren, dan heeft men ongetwijfeld met een paretischen of paralytischen toestand te doen.

Op korten afstand kan om vroeger genoemde redenen de tangentenschaal niet voldoen, daar de afstand tusschen oogen en schaal dan van te grooten invloed wordt; bovendien krijgt men bij sterke heterophorie vermindering in accommodatie wanneer men de plaats wil fixeeren, waar de lichtstreep gezien wordt.

Een niet onaardige, maar tijdroovende methode is om twee kaarsvlammen te nemen en deze zoover uit elkaar te plaatsen, dat de lichtstreep van de eene kaars valt op het vlambeeld van de andere kaars. Meet men den

afstand tusschen de beide kaarsen, dan is hieruit de hoek van heterophorie te berekenen.

De voordeelen van het onderzoek met de glasstaafjes van MADDOX zijn zeer groot en dit eenvoudige instrument is een groote aanwinst. De voordeelen vergeleken met het enkelvoudig prisma zijn de volgende:

1. De stand der staafjes is steeds goed, mits we zorgen, dat de streep verticaal wordt gezien.
2. Fusieneiging is bijna geheel opgeheven.
3. Invloed van den stand der verticale netvliesmeridianen is afwezig.
4. Beurtelings fixeeren der dubbelbeelden is geen bezwaar.

Zoodat nog drie der toen genoemde bezwaren blijven bestaan.

Nog een verbetering biedt ons het instrument, dat een Amerikaansch instrumentmaker MEYROWITZ met de uiterste zorg heeft samengesteld. Daar ik dit bij al mijn onderzoekingen gebruikt heb, zal ik een iets uitvoeriger beschrijving geven van dezen phoro-optometer van MEYROWITZ.

II § 2. De phoro-optometer bestaat uit een standaard, een horizontale arm en het eigenlijke instrument. Aan den standaard is een inrichting aangebracht om het instrument hooger en lager te plaatsen. Het eigenlijke instrument bestaat uit de phorometer van STEVENS, de staafjes van MADDOX, het prisma van RISLEY, benevens een verstelbare pasbril. Door middel van een waterpas kan het geheel volkomen horizontaal gesteld worden. Het dichtst bij de oogen van den onderzochten persoon bevindt zich de pasbril, waarin plaats is voor drie paar glazen. Een schaal om de assen der eventueele cylinders

in de goede richting te plaatsen is aanwezig. Daar men al het overige kan omklappen, zou men dezen pasbril tevens kunnen gebruiken om de refractie door middel van glazen te bepalen. Het verst verwijderd van de oogen bevindt zich de vroeger beschreven phorometer van STEVENS. Voor het linkeroog tusschen pasbril en phorometer bevinden zich de staafjes van MADDOX. Deze kunnen met een hefboompje horizontaal en verticaal geplaatst worden. Voor het rechteroog kan tusschen pasbril en phorometer het roteerend dubbelprisma van RISLEY geplaatst worden. Dit zijn twee prismata, ieder van 15°, die met een schroef in tegengestelde richting ten opzichte van elkaar gedraaid kunnen worden. De sterkte van het prisma kan men in de verschillende standen aflezen en wisselt tusschen 0 en 30°. Alleen wanneer bij quantitatieve bepalingen de phorometer van STEVENS onvoldoende bleek, was ik gewoon dit prisma te gebruiken. Den stereoscoop, die ook nog aan dit toestel kan worden bevestigd, zal ik hier niet bespreken. Gebruikt men nu alleen den pasbril en den phorometer van STEVENS, dan heeft men reeds alle voordeelen, die de phorometer biedt, hiermede vermeerderd, dat de

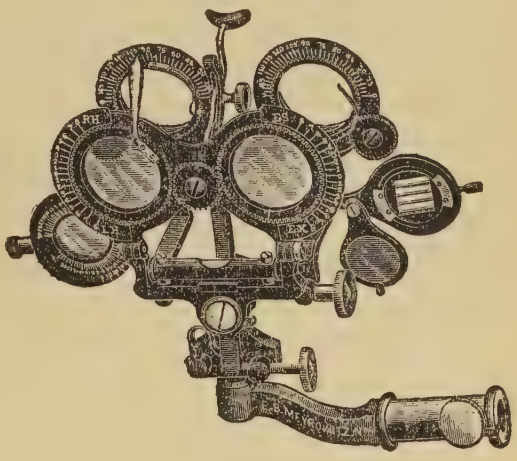


Fig. 3.
Phoro-optometer van MEYROWITZ.

pasbril ook aan het instrument is bevestigd. Hierdoor kan men bij het onderzoek de refractie-anomalieën corrigeeren zonder gevaar fouten te maken door het scheefhangen der sphaerische glazen, die als prismata zouden kunnen gaan werken. Bovendien kan men door een schaalverdeeling zeer nauwkeurig voor den pupilafstand instellen. De wijze van toepassing is als volgt. De fusieneiging heft men op door de staafjes van MADDOX en de phorometer van STEVENS (zoo noodig het prisma van RISLEY) zorgt voor de quantitatieve bepaling. Hoewel deze bepaling met prismata geschiedt, heeft ze niet het vroeger genoemde bezwaar, daar hier de goede stand der prismata verzekerd is. De stand van het instrument, dat verstelbaar is op iedere hoogte, benevens een voorhoofdsteun zorgen voor goede houding van hoofd en lichaam. Nog een verbetering zou het mij lijken, wanneer ook voor het rechteroog de staafjes van MADDOX geplaatst konden worden, daar onder den invloed van het richten van de gezichtslijn naar de kaarsvlam beiderzijds een verschillende graad van heterophorie gevonden zou kunnen worden, wat ook werkelijk wel voorkomt. Dit instrument heeft alle tot nu toe genoemde voordeelen in zich vereenigd, zoodat nog slechts twee der bezwaren, die bij het enkelvoudig prisma genoemd zijn, overblijven. Dit zijn: 1^0. Drie der functioneele factoren, die hun invloed nog doen gelden, te weten:

a. de voorstelling van de plaats van het voorwerp ten opzichte van het oog;

b. het richten van de gezichtslijn en het brengen der verticale afmetingen van het voorwerp op de verticale netvliesmeridiaan;

c. de persistentie van de convergentie, die gewoonlijk noodig is voor het binoculaire zien.

2^0. het subjectieve van de methode.

Het gebruik van dit wel wat kostbare instrument is mij uitstekend bevallen en van de subjectieve onderzoekmethoden geloof ik, dat men ook quantitatief hiermede de nauwkeurigste resultaten verkrijgt.

II. β. 3. Volledigheidshalve wil ik hier ook nog even noemen: de stenopaic lens van STEVENS. Plaatst men een positieve lens voor een der oogen, dan wordt een vlambeeld veranderd in een vergroot veld van diffuus licht. STEVENS neemt nu een lens van 13 dioptrieën en laat slechts in het centrum een cirkelvormige opening, kleiner dan een mM., vrij, om geen prismawerking te verkrijgen; bovendien ziet men dan een ronde lichtschijf. Bij orthophorie zal men het vlambeeld midden in deze lichtschijf zien; bij heterophorie zal de vlam meer naar den rand der schijf verplaatst schijnen. Daar het ons wel bewust is, dat lichtschijf en vlambeeld bij elkaar behooren, zal men bijna nooit de vlam den rand der lichtschijf zien passeeren. Daar het mij niet bekend is, dat ooit door iemand deze methode op uitgebreide schaal is toegepast en ze geen bijzondere voordeelen biedt, zal ik haar verder laten rusten.

Thans wil ik overgaan tot de behandeling van die methoden, waarbij slechts één oog fixeert. Bij al deze methoden is fusieneiging a priori uit te sluiten. De accommodatie kan men zooveel mogelijk opheffen of voor korten afstand regelen. De overige drie functioneele factoren zullen zich ook hier weer steeds doen gelden. Tegenover het voordeel van de opgeheven fusieneiging staan echter nadeelen, die ik bij iedere methode afzonderlijk zal bespreken.

III. 1. Methode STILLING. STILLING liet een ster fixeeren

of een lichtpunt in een donkere kamer op minstens 6 M. afstand. Vervolgens bedekt hij een der oogen met een scherm.

Dit oog zal nu in den relatieven ruststand gaan staan. Is er geen orthophorie, maar esophorie of exophorie, dan zal men bij 't plotseling wegnemen van het scherm even twee beelden waarnemen, die snel samensmelten. Het is wenschelijk voor een der oogen een gekleurd glas te plaatsen, om gemakkelijk te kunnen waarnemen, welk beeld bij het rechter- en welk bij het linkeroog behoort, om aldus tot exophorie of esophorie te kunnen concludeeren. Men kan ook hetzelfde resultaat verkrijgen door eenvoudig één oog dicht te knijpen en weder te openen. Dat de hetorophorie dan niet wordt veroorzaakt door het dichtknijpen van het oog blijkt wel hieruit, dat men bij den een aldus exophorie en bij den ander esophorie aantreft.

Soms gebruikte STILLING nog een prisma met de basis ongeveer horizontaal, zoodat de twee beelden van het lichtpunt verticaal boven elkaar kwamen te liggen en bedekte vervolgens weer een der oogen op de boven beschreven wijze. STILLING beweert aldus meer afwijkingen gevonden te hebben dan met het prisma volgens de methode VON GRAEFE-STILLING. Dit is wel eenigszins vreemd. STILLING plaatst n.l., om de fout door verkeerden stand van het prisma bij de methode VON GRAEFE-STILLING te ontgaan, het prisma zoodanig, dat de dubbelbeelden nauwkeurig verticaal boven elkaar gezien worden. Hij corrigeert dus zeker (evenals men dat doet voor quantitatieve bepaling met den phorometer van STEVENS) een gedeelte der heterophorie.

Volgens WIERS zijn er in deze methode twee gevaren,

waaraan een ongeoefende blootstaat: „In de eerste plaats kan de voorstelling van den afstand, waarop zich het gefixeerde punt in het donker bevindt, op den afstand der gezichtslijnen invloed uitoefenen. In de tweede plaats kan de voorstelling, die de waarnemer zich van het onderzoek maakt, invloed hebben op de wijze, waarop hij zijn oogspieren innerveert". Het eerste gevaar, de voorstelling van den afstand, geldt gelijk reeds gezegd, ook voor elke andere methode en hieraan staan niet alleen ongeoefenden bloot. Het tweede gevaar heeft WIERS niet nader verklaard, maar in verband daarmede kan ik het volgende mededeelen. Wanneer ik de bedoeling had mijne oogen in den ruststand te laten gaan, dan nam ik ook werkelijk gekruiste dubbelbeelden waar (ik bezit een vrij sterke exophorie). Maar nu doe ik de proef eenigszins anders; ik fixeer binoculair het lichtpunt, plaats dan een scherm voor een der oogen en doe mijn best de convergentie te blijven behouden. Wanneer nu na korten tijd het scherm wordt weggenomen, dan neem ik soms geen dubbelbeelden waar, maar slechts een geringe verschuiving van het gefixeerde beeld.

Wanneer men zorgt, dat hoofd en lichaam in een goede houding zich bevinden, lijkt deze methode heel aardig, daar alleen het bezwaar overblijft, dat ze subjectief is. Maar dit bezwaar is hier zoo groot, de waarneming is vaak zoo moeilijk, dat ze voor poliklinische patiënten als methode van onderzoek volstrekt niet deugt. Ook STILLING beperkte zich hierbij hoofdzakelijk tot het onderzoek van medici en studenten. Wil men deze methode quantitatief toepassen, dan kan men een prisma voor het oog plaatsen met verticale basis, zoo sterk, dat geen dubbelbeelden meer gezien worden. De sterkte van het prisma

geeft ons dan aanwijzing omtrent den graad van heterophorie. Het bezwaar aan het prisma verbonden is reeds vroeger behandeld. Een wijziging van de methode geeft DUANE ons in de parallax-proef.

III 2. Hierbij fixeert men een voorwerp, daarna bedekt men beurtelings het linker en het rechter oog. Men neemt dan geen dubbelbeelden waar, maar wel worden de twee beelden na elkaar gezien in plaats van tegelijkertijd en daar zij een verschillende plaats innemen geven zij den indruk van een enkel beeld, dat zich van de eene plaats naar de andere bewogen heeft. Bij exophorie zal men aldus met het rechter oog het beeld meer links, met het linker oog meer rechts zien. Dit noemt DUANE gekruiste parallax. Bij esophorie krijgen we dan een homonyme parallax.

Als fixatie-object kan men voor de verte gebruiken een kaarsvlam of een zwarte stip op een witten muur, zoodat van parallax ten opzichte van een verderaf of dichterbij gelegen voorwerp geen sprake is.

Voor onderzoek op korten afstand wordt aangegeven een zwarte stip op een stuk wit papier. Een stip is echter een slecht object om nauwkeurige accommodatie op te wekken, zoodat een lettertje mij beter schijnt. Quantitatief kan men dan de heterophorie meten door het voorzetten van prismata, die de parallax opheffen. DUANE zegt met deze methode een zeer geringe heterophorie te kunnen ontdekken. Ook hier bestaat echter naast andere weer het bezwaar, dat het te moeilijk is. Vooral bij een bestaande cyclophorie (latente torsie) kan de schijnbaar draaiende beweging van het voorwerp ons in de war brengen. Toch is geen der beschreven methoden zoo geschikt tot opheffing der persistentie van gewoonlijk

bestaande convergentie als deze en kan ik uit eigen ondervinding bij het onderzoek mijner oogen getuigen, dat op deze wijze het snelst een vrij sterke exophorie aantoonbaar was.

Zoo ergens, dan komt hier ter sprake de monoculaire localisatie. Wanneer de „Monocular localisations differenz", gelijk WITASEK die beschreven heeft, niet geheel afhankelijk is van de heterophorie, zouden we blijkbaar nog iets anders meten behalve den ruststand der oogen. Om hier eenig denkbeeld van te krijgen, ging ik op de volgende wijze te werk. Bij beurtelings bedekken der oogen plaatste ik voor een der oogen een roteerend prisma en versterkte dit gaandeweg tot slechts een schijnbaar verspringen in verticale richting van het gefixeerde voorwerp tengevolge mijner hyperphorie overbleef. Deze handeling werd zoolang voortgezet tot de positie der oogen ten opzichte van elkaar eenigen tijd constant was gebleven. Terwijl ik monoculair bleef zien plaatste ik voor een der oogen de staafjes van MADDOX. De streep ging dan meestal door de gefixeerde vlam. De mogelijk bestaande „Monocular localisations-differenz" had bij de parallaxproef van DUANE dus niet meer invloed dan bij de staafjes van MADDOX, waar ze, zooals vroeger gezegd, ook van geen of weinig beteekenis is.

Zooals we zeiden, is het grootste bezwaar der voorgaande methoden, dat ze subjectief zijn. Het is daarom geen gering voordeel, dat men ze ook op objectieve wijze heeft toegepast.

III. 3. VON GRAEFE paste het zoo toe, dat hij een oog bedekte en bij het wegnemen van het scherm de instelbeweging van het oog waarnam. Deze methode, die diende om een eventueele „insufficientie der recti interni"

te vinden vond hij echter te moeilijk bij geringe draaiingshoeken. Behalve dat VON GRAEFE slechts op korten afstand onderzocht, bestond nog deze fout, dat er telkens weer binoculair fixeeren optreedt, waardoor de oogen moeilijk in den ruststand gaan. SCHIÖTZ deed de proef veel beter door beurtelings een oog te bedekken, waarbij dus nimmer binoculaire fixatie optreedt, en dan de instelbewegingen waar te nemen. Wil men den relatieven ruststand op korten afstand bepalen, dan kan men zeer geschikt den opgestoken vinger of den neus van den onderzoeker laten fixeeren. Dit komt volkomen overeen met de proeven, die men bij scheelzien gebruikt. Evenwel is de ruststand der oogen bij 't fixeeren van voorwerpen op oneindigen afstand van veel meer belang. Men heeft dan echter het bezwaar, dat de onderzoeker den stand der oogen niet gemakkelijk kan zien, daar hij zich hiervoor tusschen den onderzochten persoon en het gefixeerde voorwerp zou moeten plaatsen.

Aan dit bezwaar kwam STRAUB op de volgende wijze tegemoet. Hij nam een langwerpig vierkant spiegeltje ongeveer 10×4 c.M., waaraan een c.M. maatje bevestigd was. Aan het einde van het maatje was een platte lineaal vastgemaakt. De toepassing is nu als volgt. De onderzoeker plaatst het spiegeltje voor zijn voorhoofd en beweegt het zoolang om een horizontale as, tot de onderzochte persoon, die tegenover hem staat er een voorwerp in waarneemt, dat zich op grooten afstand achter den onderzochten bevindt (b.v. een torenspits). Nu wordt met de platte lineaal beurtelings een der oogen bedekt en de onderzoeker staat thans zoo gunstig mogelijk om eventueele instelbewegingen te observeeren. Wil men voor kortere afstanden den relatieven ruststand weten,

dan kan men een zwart ringetje op het voorhoofd van den onderzochten persoon plaatsen en hem het spiegelbeeld hiervan laten fixeeren. Meet men nu den afstand tusschen voorhoofd en spiegeltje met het cM. maatje, dan weet men, dat de oogen op den dubbelen afstand hiervan fixeeren. In navolging van WIERS heb ik de ruststanden gemeten op afstanden van 50 en 30 cM.

Deze methode heeft een duidelijk voordeel boven alle andere methoden en wel, dat zij objectief is en dat men dus geheel van het subjectieve oordeel der onderzochten onafhankelijk is. Een ander voordeel is, dat ze weinig tijd vordert en het instrument binnen ieders bereik ligt.

Theoretisch schijnt 't mij ook zeer belangrijk, dat men bij deze methode over het bestaan der heterophorie en de juistheid der bepalingen niet kan twisten. Van de bezwaren bij de andere methoden genoemd, blijft slechts dit bestaan, dat de drie functioneele factoren nog hun invloed doen gelden.

Evenwel heeft deze methode naast al haar voordeelen toch ook de noodige bezwaren. Geringe graden van heterophorie, waarbij het oog zich dus maar over een uiterst geringen hoek verplaatst, heb ik er niet mee kunnen waarnemen. Vindt men dus een orthophorie, dan behoeft deze nog niet in werkelijkheid te bestaan. Ook zijn er slechts qualitatieve bepalingen mede te maken. Nog een klein bezwaar is, dat het eenige oefening vereischt om het spiegeltje voor het voorhoofd volkomen stil te houden en bij het beurtelings kijken naar het linker en rechter oog van den onderzochten het spiegeltje niet mede te bewegen. Een eigenaardigheid, die ik nog wil mededeelen, is, dat ik vaker een geringen graad van esophorie, dan een geringen graad van exophorie miskende, dien ik

wel later met den phoro-optometer van MEYROWITZ vond. De oplossing van dit verschijnsel ligt hierin, dat evenals bij de parallaxproef van DUANE ook hier snel een vermindering van convergentietonus optreedt. Ook werd ik wel eens in de war gebracht doordat bij esophorie het oog zich niet direct goed instelde, maar een kleine schommelende beweging maakte, hetgeen ik bij instellingen wegens exophorie hoogst zelden waarnam.

Intusschen begon ik steeds mijn onderzoek met de qualitatieve bepaling der heterophorie volgens deze methode wegens de groote waarde, die men hierbij aan objectieve bepalingen moet hechten; vooral, daar poliklinische patienten door slechte waarneming soms onbetrouwbaar bij het subjectief onderzoek bleken.

Hiermede meen ik de meest gebruikte methoden voor het onderzoek van den ruststand besproken te hebben en de verschillende voor- en nadeelen te hebben opgesomd. Slechts enkele weinig genoemde en weinig belangrijke methoden heb ik achterwege gelaten. Toch moet ik nog melden, dat men ook langs indirecten weg heeft getracht zich een voorstelling van den ruststand te maken. Men heeft n.l. bepaald de sterkste prismata, die door divergentie of convergentie, veroorzaakt door de fusieneiging, overwonnen kunnen worden en meende hieruit eenigermate tot exophorie of esophorie te kunnen concludeeren. De methode is echter hoogst onbetrouwbaar door de verschillende factoren, die zich hierbij voordoen. Ik zal daarom, hoe belangrijk deze bepalingen om verschillende redenen overigens ook zijn, niet in uitvoerige beschouwingen treden en het alleen bij de vermelding laten.

Uit alles meen ik te mogen besluiten, dat twee methoden verreweg de voorkeur verdienen en wel:

1°. de objectieve en qualitatieve bepaling met het spiegeltje van Straub.

2°. de subjectieve en quantitatieve bepaling met den phoro-optometer van Meyrowitz, dus door combinatie van de staafjes van Maddox met den phorometer van Stevens.

De anatomische ruststand is dus volgens geen methode te bereiken wegens het blijven bestaan van drie der functioneele factoren. De vraag doet zich nu voor, in hoeverre we ook deze zouden kunnen uitschakelen.

Wat de voorstelling van den voorwerpsafstand betreft meen ik, dat men het best de proeven verricht in een donkere kamer, waarin zich verder weinig of geen voorwerpen bevinden. Ten opzichte van de omgeving is dan weinig orienteering mogelijk; echter zal de relatieve grootte van het netvliesbeeld ons toch steeds een aanwijzing omtrent den afstand geven, tenzij het een voor ons onbekend voorwerp is. Het richten van de gezichtslijn is een invloed, die zal blijven bestaan, zoolang één oog fixeert, tenzij het oog bij dat fixeeren juist zich in dien stand zou bevinden, die het in den ruststand zou aannemen. Dit is natuurlijk niet te verwezenlijken, daar we juist den ruststand willen bepalen.

De bepalingen van katophorie en anophorie (neiging van beide gezichtslijnen zich omhoog of omlaag te bewegen) zijn bovendien nog zeer onnauwkeurig, daar zij door het maximum van sursum- en deorsumversie met den tropometer van Stevens gevonden moeten worden, wat mij een niet zeer betrouwbare methode lijkt. De persistentie van de convergentie, gewoonlijk dienende tot binoculair zien, is op te heffen door het binoculair zien zeer langen tijd onmogelijk te maken en daarna

de ruststandbepalingen te doen. Er zijn sommige menschen met zeer zwak binoculair zien, bij wie het zelfs dikwijls afwezig is; dezen geven bij het onderzoek reeds vanzelf meer betrouwbare resultaten. Ook is aangeraden om voor het onderzoek door middel van prismata met bases verticaal en nasaal een sterke divergentie op te wekken, maar dan is het onderzoek niet meer onbevooroordeeld, wijl dit in zich sluit, dat men de exophorie als den anatomischen ruststand beschouwt. Ware de parallaxproef van DUANE niet zoo moeilijk toe te passen, dan zou deze methode wegens de snelle vermindering van den convergentietonus veel meer belangstelling verdienen.

Uit het voorgaande blijkt wel, dat men goed moet weten, wat men met het onderzoek eigenlijk bepaalt en dat men bij het trekken van conclusie's de grootste voorzichtigheid in acht moet nemen, zoodat zeker het aantal onderzochte personen niet te gering mag zijn.

DERDE HOOFDSTUK.

De meening van enkele schrijvers over den samenhang van accommodatie en convergentie.

Bij het binoculair zien met juiste convergentie en accommodatie bestaat een vrij nauwkeurig samengaan dezer beide functie's. Slechts, wanneer we den blik naar links of rechts richten (lateriversie), zal er eenige wijziging in het samengaan moeten optreden.

William Porterfield en Joh. Müller waren, voorzoover ik heb kunnen nagaan, de eersten, die de aandacht op het verband tusschen accommodatie en convergentie vestigden. Zij geloofden aan een absolute wederzijdsche afhankelijkheid dezer beide functie's. Tevens maakt Joh. Müller een eigenaardige opmerking, waarover we reeds in het eerste hoofdstuk spraken en die eigenlijk reeds op een zekere mate van onafhankelijkheid tusschen accommodatie en convergentie wees. Wanneer n.l. het voorwerp, dat we fixeeren buiten de grens der refractieverandering (accommodatiebreedte) ligt, dan zal volgens hem bij afsluiten van één oog de convergentie der oogen veranderen en in overeenstemming geraken met de uiterste grens der refractieveranderingen. Hierdoor wil Joh. Müller het verschijnsel verklaren, dat, zoo we een voorwerp op grooten afstand met één oog fixeeren, we, bij vrijlaten van het andere oog, soms een oogenblik dubbelbeelden waarnemen.

Het was VOLKMANN, die het eerst een betrekkelijke onafhankelijkheid tusschen accommodatie en convergentie ontdekte, terwijl hierover naderhand door DONDERS en NAGEL verdere onderzoekingen zijn verricht.

De onderzoekingen van DONDERS wil ik hier iets uitvoeriger mededeelen. Terwijl een voorwerp ter fixatie op onveranderlijken afstand van de oogen blijft staan, kan men convexe of concave glazen voor de oogen plaatsen en door vermindering of vermeerdering der accommodatie het voorwerp scherp zien, zonder dat de convergentie eenigszins verandert. Ook plaatste DONDERS zwakke prismata voor de oogen met basis verticaal naar binnen of naar buiten gekeerd, waardoor hij eveneens het voorwerp tegelijkertijd enkelvoudig en scherp kon zien. Hiermede was de relatieve onafhankelijkheid aangetoond. Echter wilde DONDERS ook weten hoever deze onafhankelijkheid zich uitstrekte. Het onderzoek hiertoe, met den door DONDERS beschreven optometer verricht, bestond hieruit, dat bij gelijkblijvende convergentie bepaald worden de sterkste positieve en negatieve glazen, waarbij nog vol-

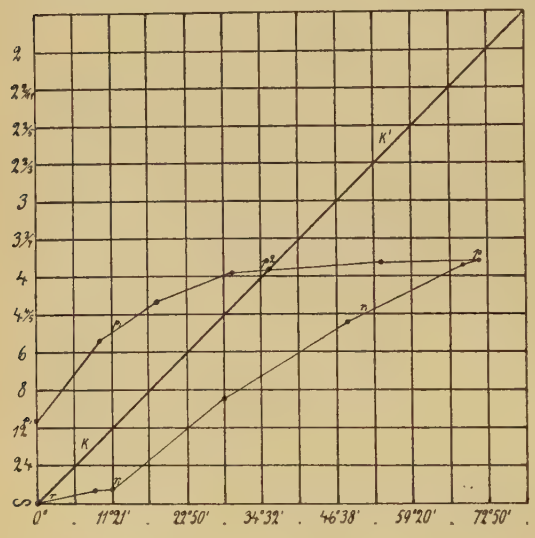


Fig. 4.
Graphische voorstelling der relatieve accommodatiebreedte door DONDERS bij een emmetroop van 15 jaar gevonden.

komen scherpzien bestond. Het resultaat van het onderzoek der emmetropische oogen bij een persoon van 15 jaar heeft DONDERS in de bijgaande kromme weergegeven.

In deze figuur staan onder de verticale lijnen de verschillende convergentiehoeken en naast de horizontale lijnen de verschillende accommodatie toestanden, aangegeven in parijsche duimen (d.w.z. de afstanden, waarvoor geaccommodeerd zou worden indien geen sphaerische glazen voor de oogen waren geplaatst).

KK′ geeft aan de bij elkander behoorende accommodatie en convergentie bij binoculair enkelvoudig en scherp zien der emmetropen. De lijn $p_1\ p_2\ p$ geeft aan de sterkste accommodatie, welke bij de verschillende convergentietoestanden mogelijk is. De lijn $r\ r_1\ p$ geeft aan de geringste accommodatie bij verschillende convergentie mogelijk.

De relatieve accommodatiebreedte is het verschil tusschen sterkste en geringste accommodatie, mogelijk bij gelijkblijvende convergentie.

De verticale afstand tusschen lijn $p_1\ p_2\ p$ en $r\ r_1\ p$ geeft dus deze relatieve accommodatiebreedte aan. Volgens de figuur wordt bij toenemende convergentie de relatieve accommodatiebreedte dus eerst grooter om daarna weer af te nemen. Het gedeelte boven de lijn KK′ heet het positieve, het gedeelte beneden die lijn heet het negatieve deel der relatieve accommodatiebreedte.

We leeren uit dit onderzoek, dat er een associatie bestaat tusschen accommodatie en convergentie en dat deze associatie gedeeltelijk is op te heffen.

DONDERS ging verder en bepaalde eveneens de relatieve accommodatie bij een myoop en bij een hypermetroop. Ook hiervan werd het resultaat in een kromme opgeteekend,

welke ik hier heb laten reproduceeren. Vergeleken met de krommen bij emmetropische oogen zien we tweeërlei verschil: 1e is de verhouding tusschen het positieve en het negatieve deel der relatieve accommodatie anders geworden; 2e hebben de lijnen p_1 p_2 p en r r_1 een anderen vorm gekregen. Vooral dit laatste feit lijkt mij zeer belangrijk.

Allereerst kunnen we constateeren dat de verandering gunstig is voor de ametropen, daar er anders buitengewoon weinig convergentie-toestanden zouden bestaan, waarbij tevens scherp zien aanwezig was. De conclusie's van DONDERS verder in het midden latende, wil ik op het volgende de aandacht vestigen. Beschouwen we de lijn r r_1 r_2 bij de M., dan zien we dat zelfs bij 34° 32′ convergentie nog slechts uiterst weinig geaccommodeerd behoeft te worden. Eerst bij de sterkere convergentie treedt tevens wat meer accommodatie op. Beschouwen we vervolgens de lijn p_1 p_2 p bij de H., dan zien we dat bij een convergentie van

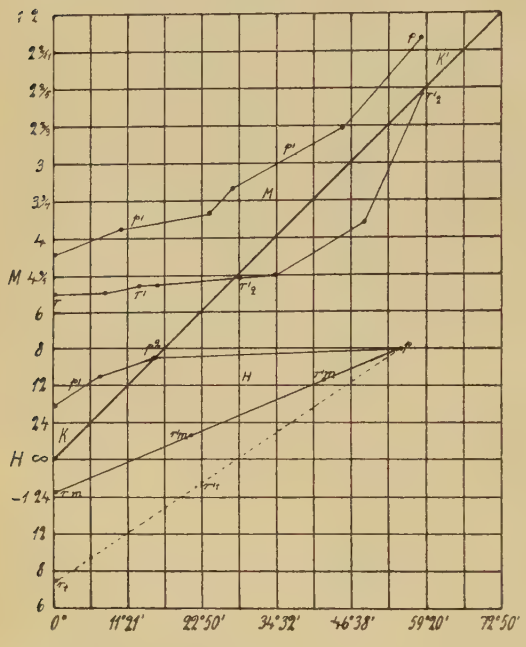


Fig. 5.
Graphische voorstelling der relatieve accommodatiebreedte door DONDERS bij een myoop en bij een hypermetroop gevonden.

17° 6′ reeds de volle accommodatie in het werk gesteld kan worden. Bij nog zwakkere convergentie is de maximale accommodatie geringer, maar wordt bij het binoculair zien niet gebruikt en is daarom ook niet geoefend. Als resultaat dezer beschouwing kunnen we zeggen, dat een myoop kan convergeeren zonder te accommodeeren, zoolang tenminste geen accommodatie noodig is en dat een hypermetroop bij iedere convergentie maximaal kan

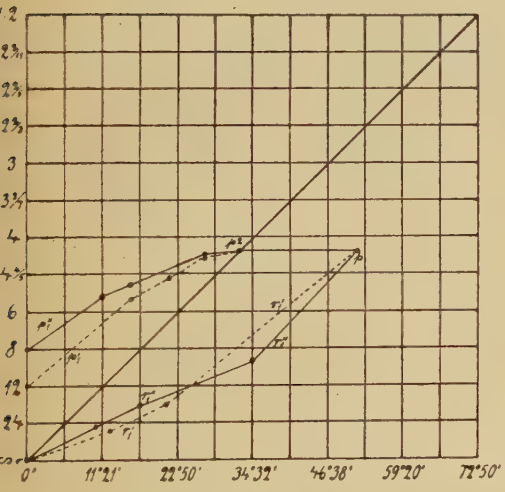


Fig. 6.
Relatieve accommodatiebreedte voor (.....) en na (–) het dragen van negat. glazen (DONDERS).

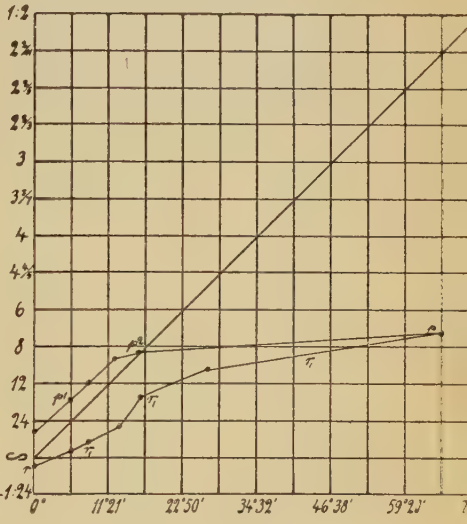


Fig. 7.
Relatieve accommodatiebreedte bij presbyopie (DONDERS).

accommodeeren, zoolang dit voor het scherper zien wenschelijk is. Nemen we aan dat het verschil in kromme bij de ametropen in den loop der jaren door gewoonte is verkregen, dan ligt de gedachte voor de hand, dat men door oefening iedere mogelijke convergentie met iedere mogelijke accommodatie kan doen samengaan. Dat het verschil in kromme een gevolg is van oefening of gewoonte schijnt ook DONDERS aan te nemen, waar

hij zegt, dat de correctie der ametropie de krommen op den duur weer gelijk maakt aan die der emmetropen. Ook maakte DONDERS een emmetropisch persoon van 21 jaar kunstmatig hypermetroop door hem enkele dagen negatieve glazen te laten dragen. De verandering in de daarna opgenomen kromme deed aan die bij H. denken. Daar bij presbyopie het absolute maximum van accommodatie veel geringer is dan normaal, zal de kromme ook dienovereenkomstig gewijzigd zijn.

Hoe nauwkeurig DONDERS ook zijn proeven had meenen te nemen, toch werden door HESS enkele onnauwkeurigheden aangetoond, die deze bij zijne onderzoekingen heeft trachten te vermijden. Vooreerst bleek het HESS, dat men bij monoculair zien niet sterker kan accommodeeren dan bij binoculair zien, d. w. z. dat, heeft men binoculair ziende de maximale accommodatie bereikt, door sterkere convergentie het accommodatie maximum volkomen gelijk blijft. Hieruit volgt, dat de kromme der relatieve accommodatiebreedte van boven afgesloten is door een horizontale rechte lijn, door hem de „Nahepunctsabscisse" genoemd. Waarop berustten nu de gemaakte fouten? Ten eerste hierop: wanneer de accommodatie onvoldoende wordt, treden er verstrooiingscirkels op, die voor beide oogen niet volkomen identisch zijn; bij binoculair zien komt daarom de onvoldoende accommodatie eerder tot het bewustzijn, dan bij monoculair zien. Ten tweede bestaat bij monoculair zien tijdens de pogingen tot maximale accommodatie een grootere convergentie dan bij binoculair zien; met grootere convergentie gaat een sterkere pupilvernauwing gepaard en een kleinere pupil geeft minder spoedig een onscherp beeld bij onvoldoende accommodatie.

Verder wijst Hess er op, dat de accommodatie niet parallel behoeft te gaan met de ciliairspiercontractie

Relatieve accommodatiebreedte volgens Hess.

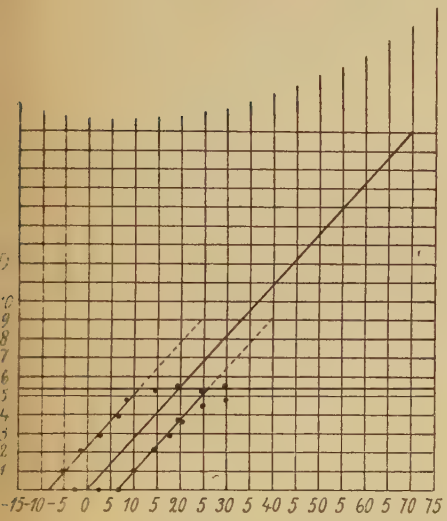


Fig. 8.
Onderzoek van eigen oogen.

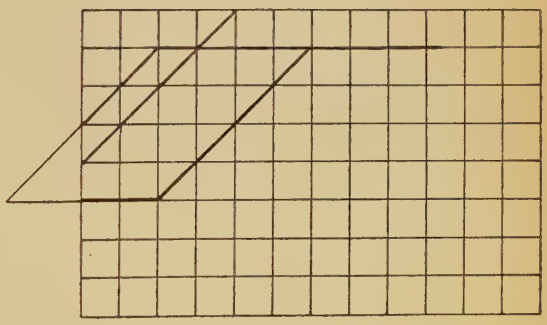


Fig. 9.
Type voor een hypermetroop oog.

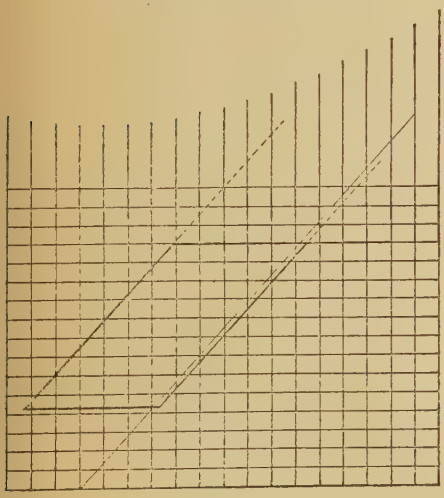


Fig. 10.
Type voor een myoop oog.

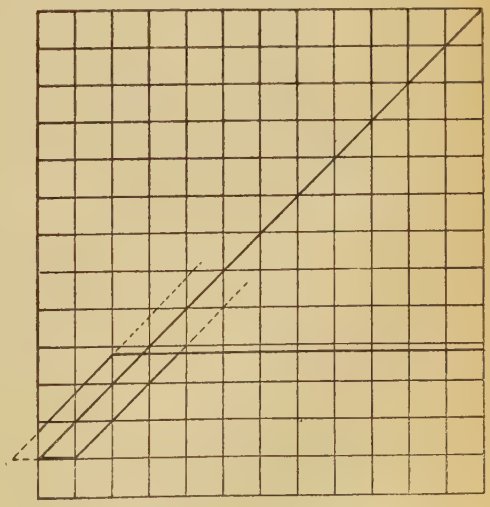


Fig. 11.
Type voor een presbyoop oog.

en dat reeds lang het maximum van accommodatie bereikt kan zijn, voordat het maximum van ciliairspiercontractie bereikt wordt.

De ciliairspierwerking beschouwt Hess als synergisch verbonden met de convergentie. Daarom verdeelt Hess de ciliairspiercontractie in een manifest gedeelte, waarbij de accommodatie nog toeneemt en een latent gedeelte, waarbij de accommodatie niet meer toeneemt. Ter vermijding van fouten door pupilvernauwing paste Hess het principe van Scheiner toe, terwijl hij verder de spiegelhaploscoop van Hering gebruikte.

De conclusie's waartoe Hess kwam, liggen in de bovenstaande krommen opgesloten. De stippellijnen geven de latente ciliairspiercontractie aan. We zien dan, dat de lijn der relatieve accommodatie-maxima en de lijn der relatieve accommodatie-minima evenwijdig zijn aan de convergentielijn. Verder kunnen we zeggen, wijl de lijn der relatieve accommodatie-maxima tevens de lijn der relatieve divergentie-maxima is en de lijn der relatieve accommodatie-minima dezelfde is als die der relatieve convergentie-maxima, dat bij gelijkblijvende accommodatie de mogelijke vermeerdering of vermindering der convergentie voor iedere accommodatie ongeveer gelijk is, dus onafhanklijk van de absolute accommodatie-grootte.

De krommen door Hess geteekend geven niet aan of er bij de ametropie ook eenige verschuiving in het verband tusschen accommodatie en convergentie plaats vindt ten gunste der ametropen. Men zou zich kunnen voorstellen, dat bij H. de lijn der relatieve accommodatie-maxima zich wat naar links verplaatst en bij M. de lijn der relatieve accommodatie-minima meer naar rechts

ligt. Hoewel de bedenkingen van Hess theoretisch juist zijn, heb ik den indruk, dat zijn krommen te schematisch zijn samengesteld. Bovendien zou het de waarde van dit onderzoek zeer verhoogd hebben, indien Hess wat meer cijfers gegeven had. Als vaststaand hebben de onderzoekingen van Donders en Hess evenwel geleerd, dat er een synergie bestaat tusschen accommodatie en convergentie, maar tevens, dat dit verband tusschen deze beide functie's binnen zekere grenzen is op te heffen. Men kan zich thans de vraag stellen: hoe is dat verband ontstaan; is het een aangeboren of verkregen synergie? Hierover loopen de meeningen uiteen. Zoo plaatst Schweigger zich op volkomen empiristisch standpunt. Volgens hem is de samenhang tusschen accommodatie en convergentie individueel aangeleerd. De verhouding tusschen de beide innervatie's zou afhankelijk zijn van den refractietoestand der oogen en zich ook naar de in den loop van het leven optredende veranderingen voegen.

Deze opvatting wordt door Koster gedeeld, die zijn meening vooral op de volgende verschijnselen grondt. Wanneer men voor beide oogen glazen prisma's plaatst van ongeveer 15° en wel met de bases verticaal naar buiten gekeerd, dan kan men daarmede na eenige inspanning de omgeving weer enkelvoudig zien; daarvoor is het noodzakelijk, dat de oogen bij iederen accommodatietoestand veel sterker dan gewoonlijk convergeeren. Heeft men deze prisma's een paar uur gedragen, dan ondervindt men volstrekt geen moeite meer om in de verte of op welken afstand ook enkelvoudig te zien; men kan er gemakkelijk mede lezen, de overeenstemming tusschen de bewegingen van arm en hand met de schatting door

middel van de oogen is weer opgetreden en wanneer men de verschijnselen van straalbreking en stereoscopie, die aan de werking van het prisma als zoodanig te wijten zijn, niet telkens moest opmerken, zou men niet meer denken aan de abnormale verhoudingen, waaronder de oogen zich bevinden. Neemt men nu na twee of drie uren de prisma's voor de oogen weg, dan vindt men niet, dat de binnenste rechte oogspieren door de buitengewone inspanning, die van hen werd gevorderd, sterk zijn vermoeid, zoodat een latente insufficientie der convergentie bestaat, doch men bemerkt tot zijn verrassing, dat een manifeste strabismus convergens is opgetreden. Dit scheelzien houdt geruimen tijd aan; bij KOSTER duurt het tot twee uren en neemt eerst langzaam af om na een twaalftal uren weer geheel te zijn verdwenen. Van het grootste gewicht was het nu te weten, hoe de relatieve accommodatiebreedte zich tijdens dit scheelzien verhield. Met den haploscoop mat KOSTER voor zijne oogen deze waarden, dadelijk vóór en na het dragen der prisma's en ziet, de geheele accommodatiebreedte was aanmerkelijk naar de zijde der sterkere convergentie verschoven. Dit is volgens KOSTER slechts empiristisch te verklaren. Hier is niet alleen de grens overschreden, waarbinnen de wil in normalen toestand den samenhang kan wijzigen, maar ook zonder den wil daartoe, ja ondanks den wil de gewone harmonie weer te voorschijn te roepen, blijft de abnormale verhouding gedurende betrekkelijk langen tijd bestaan. Hoewel ik dit belangrijk onderzoek zoo uitvoerig heb overgeschreven, toch kan ik er niet de kracht van een bewijs aan toekennen, gelijk KOSTER doet. Immers, men kan zich een aangeboren synergie voorstellen van accommodatie en convergentie,

d. w. z. één innervatiecentrum voor deze beide functies met ondergeschikte centra voor ieder dier functies afzonderlijk. De innervatietonus van uit dat ondergeschikte convergentiecentrum kan dan bovengenoemde verschijnselen verklaren. Ook kunnen deze verschijnselen verklaard worden door de hypothese van REDDINGIUS omtrent het samengaan van accommodatie en convergentie. REDDINGIUS onderscheidt oorspronkelijk verschillende sensumotorische eenheden, ieder met een receptieve en een reactieve zone (oogspieren), waaruit het „Sehwerkzeug" is opgebouwd. Van een dezer sensumotorische organen is de receptieve zone gelegen in de retinaelementen, die de verstrooiïngscirkels percipieeren en wier reactieve zone gelegen is in de ciliair- en irisspieren. Een ander sensumotorisch orgaan vindt zijn receptieve zone in de retinaelementen, die de ongelijknamige dubbelbeelden opnemen en zijn reactieve zone in de convergentiespieren. Van deze beide sensumotorische eenheden is het psychisch aequivalent de waarneming van den afstand van het voorwerp, hoewel dit psychisch aequivalent in het eerste geval bij den mensch slecht ontwikkeld is. Dit gemeenschappelijk psychisch aequivalent maakt, dat de motiliteiten samensmelten. REDDINGIUS noemt deze gecombineerde innervatie de C-innervatie. Hiertegenover zou staan een innervatie tot divergentie der oogen: de z. g. D-innervatie. De C-innervatie omvat de convergentie, de accommodatie en de pupilvernauwing. Volgens REDDINGIUS is een bepaalde innervatie der interni steeds met een gelijk sterke innervatie der accommodatie vast verbonden en zoowel een totale opheffing van dit verband als ook een gedeeltelijke opheffing is physiologisch onmogelijk. Een wisselende synergie tusschen de

C- en D-innervaties maakt de verschillende combinaties van convergentie met accommodatie mogelijk.

Zooals men ziet, bestaat er geen overeenkomst van opvatting en daarom zal ik in de volgende hoofdstukken door eigen onderzoek trachten uit te maken, in hoeverre de synergie van accommodatie en convergentie is op te heffen en hoe men het ontstaan en het wezen dezer synergie zich kan denken.

VIERDE HOOFDSTUK.

Onderzoek over den samenhang tusschen accommodatie en convergentie.

Voornamelijk om de intensiteit van samenhang tusschen accommodatie en convergentie te bepalen, deed ik een drietal omvangrijke onderzoekingen aan mijn eigen oogen, die ik thans uitvoerig zal mededeelen zonder er in dit hoofdstuk reeds uitgebreide beschouwingen aan vast te knoopen. In het vijfde hoofdstuk zal ik uit de resultaten van deze en nog enkele andere onderzoekingen een hypothese omtrent genoemden samenhang trachten af te leiden.

Het onderzoek bestond uit:

1. Bepaling van de maximale divergentie, zoowel de absolute als de relatieve, d. w. z. het maximum van divergentie bij verschillende accommodatie mogelijk; dit is wat NAGEL het negatieve deel der relatieve convergentiebreedte noemde.
2. Bepaling van den relatieven ruststand bij zien in de verte en gelijktijdige accommodatie opgewekt door negatieve glazen.
3. Bepaling van den relatieven ruststand bij zien op verschillende afstanden.

Onderzoek 1. Bepaling der absolute en relatieve divergentie-maxima.

Methode: Als fixatieobject gebruik ik proefletters van

SNELLEN en fixeer de letters behoorend bij „acies visus $^3/_4$", terwijl ik op 6 meter afstand gezeten ben. Men moet zorgen, dat de letters goed verlicht zijn, waartoe ik kunstlicht aanwend om aldus steeds gelijke lichtintensiteit te verkrijgen. Verder moet het fixatie-object ter hoogte van de oogen in het mediaanvlak worden geplaatst. Nu zet ik het sterkst divergeerend prisma (basis nasaal) voor de oogen, dat nog overwonnen kan worden. Dit prisma of liever deze prisma's (want ik plaats voor ieder oog een prisma) versterk ik langzamerhand. Ik draag iedere combinatie van prisma's zoolang, tot het zien er door volkomen rustig is geworden en maak ze dan 1° sterker. Duurt het langer dan 5 minuten eer rustig zien optreedt, dan vermeerder ik de prisma's maar met $^1/_2$°. Duurt het langer dan 15 minuten voor de prisma's rustig overwonnen zijn, dan neem ik aan het divergentie-maximum te hebben bereikt. Aldus wordt dan het absolute divergentie-maximum gevonden. Voor de bepaling der relatieve divergentie-maxima droeg ik voor beide oogen negatieve glazen opklimmend van 1—8 D. Ook deed ik een reeks bepalingen, waarbij ik het onderzoek begon met negatieve glazen van 8 D en afdalend tot zonder glazen, wijl ik meende, dat een voorgaande bepaling wel eens invloed op een volgende kon hebben. Voor ik een bepaling begon, bleef ik eerst 10 minuten monoculair accommodeeren, omdat ik soms niet binnen dien tijd een negatief glas van 8 D kan overwinnen. Het eene oog sloot ik af om als uitgangsstand den ruststand te krijgen, waardoor ik beter kon nagaan hoe lang het duurde eer het maximum bereikt was, daar binoculair zien op ∞ bij accommodatie van 8 D ten opzichte van het normale zien bij deze accommodatie

reeds een divergentie van 55° pr beduidt. Soms kan tijdens het onderzoek de neiging tot convergentie plotseling vrij sterk optreden. Dan heb ik slechts enkele seconden de oogen te sluiten om bij het weder openen enkelvoudig binoculair te kunnen zien.

Ten slotte wil ik er nog op wijzen, dat men vooral niet te snel de prisma's moet versterken; dan raken de oogen spoedig vermoeid, er treedt traanhypersecretie op en het bemoeilijkte zien stoort het onderzoek.

Ik moet hier ter plaatse mededeelen, dat ik op beide oogen een lichte hypermetropie bezit van minder dan $^1/_2$ D. De gezichtsscherpte is voor beide oogen bij goede verlichting $1^1/_2$ ruim, bij de door mij gebruikte kunstverlichting $^5/_4$ ruim. Nooit nam ik aan juist te accommodeeren of ik moest dezen acies visus $^5/_4$ hebben bereikt.

Resultaat: Volgens boven beschreven methode te werk gaand, verkreeg ik het volgende resultaat.

	Divergentie na 5 min.		Maxim. Divergentie	
Accommodatie.	Aanvang 0 D.	Aanvang 8 D.	Aanvang 0 D.	Aanvang 8 D.
0 D	15.5° pr.	19° pr.	24° pr.	23° pr.
1 D	16° pr.	18° pr.	24° pr.	23° pr.
2 D	15.5° pr.	17.5° pr.	24° pr.	23° pr.
3 D	15° pr.	17° pr.	24° pr.	23° pr.
4 D	14.5° pr.	16.5° pr.	24° pr.	23° pr.
5 D	13.5° pr.	15.5° pr.	24° pr.	23° pr.
6 D	12.5° pr.	14.5° pr.	23° pr.	23° pr.
7 D	10° pr.	12° pr.	23° pr.	22° pr.
8 D	—4.5° pr.	—3° pr.	22° pr.	22° pr.

Bij een divergentie van 23° pr treedt zelfs na 15 min. nog wel eens plotseling convergentie op, maar ook blijft dit soms 2 of 3 minuten lang achterwege. De divergentie van 24° pr kan ik niet lang vasthouden zonder dat diplopie optreedt; dan moet ik de oogen even sluiten om daarna weer binoculair enkelvoudig te zien. Aldus

kan ik gedurende een ondeelbaar oogenblik zelfs 25° pr divergeeren zonder accommodatie.

Wanneer ik begon met glazen — 8 D, had ik het maximum van 22° pr na 85 minuten bereikt. Het is mij zelfs gelukt bij een accommodatie van 8 D met 24° pr divergentie binoculair enkelvoudig te zien, maar hier trad zeer spoedig diplopie of accommodatieverlies op. Men ziet, dat het weinig invloed heeft op het te bereiken maximum of ik begin met 8 D. accommodatie of zonder accommodatie. Het absolute divergentiemaximum had ik na ruim 70 minuten bereikt.

Opmerkelijk is, dat bij toenemende divergentie de bij mij bestaande hyperphorie [1]) meer manifest wordt, waarom deze voor het onderzoek moet worden gecorrigeerd.

Dit gedeelte van het onderzoek heeft ons dus geleerd, dat bij elken graad van accommodatie eveneens maximaal kan worden gedivergeerd, n.l. 24° prisma of 12° in werkelijkheid, daar de deviatie van het prisma de helft van den tophoek is.

Voordeelen en bezwaren der methode: Het grootste bezwaar is de lange duur van het geheele onderzoek, dat verscheidene dagen vordert, waardoor men moeilijk een ander aan dezen jeu de patience kan onderwerpen. Ook het onafgebroken moeten kijken naar een zelfde voorwerp is een nadeel; wil men echter een resultaat verkrijgen, dat eenigszins aanspraak kan maken op den naam „maximum van divergentie", dan zal dit euvel wel steeds blijven bestaan. Een voordeel is als fixatie-object de letterproef te gebruiken, daar men aldus nu

[1]) Hyperphorie noemt men dien toestand der oogen wanneer bij opheffen van het binoculaire zien de gezichtslijnen niet meer in hetzelfde horizontaalvlak liggen.

en dan een andere letter kan fixeeren en niet steeds op een enkel punt behoeft te staren. Hoe onbeteekenend dit voordeel lijkt, behoedt het mij toch voor overvloedige traansecretie en pijn in de oogen, daar ik anders misschien te sterk fixeer. Het gevoel van druk en pijn in de oogen benevens overvloedige traansecretie zijn klachten, die men vaak verneemt, zoo iemand het maximum van divergentie bij zich zelf wil bepalen. Dit mag gedeeltelijk geweten worden aan te veel kijken naar één punt, grootendeels komt het door te snel versterken der prisma's. Het is daarom, dat ik reeds boven den raad gaf langzaam op te klimmen. Nooit heb ik op deze wijze bovengenoemde bezwaren, die ook mij aanvankelijk noopten bij te snel versterken der prisma's het onderzoek te staken, ondervonden. Verder heeft men te zorgen het hoofd goed recht te houden. Naar links of rechts zal men het hoofd niet licht draaien, daar de divergentie dan moeilijker wordt. Wel daarentegen bestaat neiging tot voorover buigen van het hoofd, daar bij sursumversie het divergeeren iets gemakkelijker is. Maar het kwaad kennend vindt men het niet moeilijk te vermijden.

Het zal misschien eenige verwondering hebben gewekt, dat ik zoo precies aangaf de letters behoorend bij acies visus $^3/_4$. Men mag n.l. als fixatie-object geen groote voorwerpen gebruiken. Want, terwijl ik b.v. de eerste rij der proefletters (acies visus $^1/_{10}$) volkomen enkelvoudig meen te zien, staan de kleinere letters (8e rij) soms nog wel $^1/_2$ c.M. als dubbelbeelden uit elkaar. Daarentegen kan men ook de kleinste letters, die nog goed gelezen worden (acies visus $^5/_4$), niet gebruiken, daar deze blijkbaar te weinig fusieneiging geven. Wanneer ik dus grootere voorwerpen nog enkelvoudig zie, kan

de sterkte der prisma's grooter zijn dan de werkelijke divergentie der oogen. In verband hiermee wil ik even herinneren aan het verschil, dat HOFFMANN en BIELSCHOWSKY maakten tusschen maximum van divergentie en „Ausgleichsmaximum". Ze bepaalden met den haploscoop de maximale divergentie en gebruikten hiervoor twee gelijk bedrukte stukjes karton, welke enkelvoudig moesten gezien worden. Bovendien bevatte het eene stukje karton een horizontale streep, het andere een verticale streep. Bij toenemende divergentie, waarbij de stukjes karton nog volkomen enkelvoudig werden gezien, zagen ze de beide strepen ten opzichte van elkaar een weinig verschuiven, waaruit bleek, dat de werkelijke divergentie iets kleiner was dan de hoek, dien de haploscoop aangaf. De divergentie moest heel wat verminderd worden, eer ook de horizontale en verticale lijn geen verschuiving meer ten opzichte van elkaar vertoonden. Dan was dus de werkelijke divergentie der oogen gelijk aan de hoek, door den haploscoop aangewezen. Dit noemden ze het „Ausgleichs-maximum". Hoewel hieruit blijkt, dat bij het maximum van divergentie de oogen iets minder divergent staan dan de prisma's of de haploscoop aangeven, heb ik dit verschil eenvoudigheidshalve verwaarloosd, vooral ook wijl het, bij 't gebruik der kleinere letters, niet groot is.

Thans nog enkele opmerkingen meer uitsluitend met betrekking tot de bepaling der relatieve divergentie. Het blijven zitten op denzelfden afstand van het fixatieobject heeft het voordeel, dat men beter kan beoordeelen of de gezichtsscherpte gelijk is gebleven, waarom ik ook van kunstlicht gebruik maak. Verder heeft het zitten op grooten afstand van het fixatieobject dit voor, dat men

minder sterke prisma's noodig heeft. Men krijgt bij sterke prisma's namelijk last van chromatische aberratie en prismatisch astigmatisme, wat het beoordeelen van een juiste accommodatie zou bemoeilijken. Een fout kan gemaakt worden door verschil in pupilwijdte bij verschillende accommodatie. Dit verschil in pupilwijdte kan niet ontstaan door verschil in lichtintensiteit, noch, zooals het resultaat leert, door verschil in convergentie. Toch bestaat het, zooals ik bij mij zelf heb laten constateeren, tijdens de verschillende accommodatie.

Mogelijk is, dat bij onvoldoende accommodatie tengevolge der pupilvernauwing nog een goede gezichtsscherpte bestaat. Evenwel kan ik niet aannemen, dat de fout groot is, wanneer de gezichtsscherpte niettegenstaande chromatische aberratie en prismatisch astigmatisme door de voorgezette prisma's, nog bijna $^5/_4$ bedraagt bij het dragen van negatieve glazen van 8 D.

Herhaling van het onderzoek met eenige wijziging: Oorspronkelijk begonnen om na te gaan of de afstandsvoorstelling ook invloed zou hebben op het te bereiken maximum van divergentie, herhaalde ik hetzelfde onderzoek, maar thans op verschillende afstanden van het fixatieobject gezeten, terwijl de accommodatie opgeheven werd door positieve glazen. Ik bepaalde dan het maximum van divergentie, dat na 5 minuten te bereiken was. Het aantal graden, dat het prisma aanwees moest dan herleid worden tot de divergentie ten opzichte van het paral lelisme om vergelijkbare waarden te krijgen. Zoo vond ik:

op 25 c.M. afstand met glazen + 4 D.: 43^0 pr.; herleid: $\pm 15.5^0$ pr.
„ 33.3 c.M. „ „ „ + 3 D.: 35.5^0 pr.; „ $\pm 15^0$ pr.
„ 50 c.M. „ „ „ + 2 D.: 29^0 pr.; „ $\pm 15^0$ pr.
„ 100 c.M. „ „ „ + 1 D.: 22^0 pr.; „ $\pm 15^0$ pr.
„ 600 c.M. „ zonder glazen : 15^0 pr.;

Dus altijd dezelfde waarden als bij de eerste bepaling.

Aanvulling van het onderzoek naar het afzonderlijk optreden van accommodatie en convergentie: In bovenbeschreven onderzoekingen hebben we getracht bij gelijk blijvende accommodatie, de convergentie zooveel mogelijk te verminderen. Eveneens zouden we kunnen probeeren bij gelijkblijvende convergentie de accommodatie zooveel mogelijk te veranderen, om aldus langs een anderen weg te kunnen aantoonen, dat convergentie en accommodatie geheel zelfstandig kunnen optreden. Ik heb daartoe het positieve deel der relatieve accommodatiebreedte onderzocht, d.w.z. de sterkste accommodatie, die mogelijk is, terwijl de waarnemer zit op verschillende afstanden van het fixatieobject. Daar het positieve deel der relatieve accommodatiebreedte van DONDERS en het negatieve deel der relatieve convergentiebreedte van NAGEL elkander aanvullen was mijn keuze op dat onderzoek gevallen.

Hiertoe begon ik met die negatieve glazen, die gemakkelijk overwonnen kunnen worden. Voor 6 Meter afstand is dat thans voor mij 6.5 D.

Daarna versterk ik deze glazen om de 5 minuten met $^1/_4$ D., totdat ik niet meer in staat was deze vermeerdering door accommodeeren te overwinnen. Aldus verkreeg ik het volgende resultaat:

600	c.M.	afstand	(	± 0	D.	acc.):	sterkste	negatieve	glazen	8.5 D.
100	c.M.	„	(	1	D.	acc.):	„	„	„	: 7.5 D.
50	c.M.	„	(	2	D.	acc.):	„	„	„	: 6.5 D.
33.3	c.M.	„	(	3	D.	acc.):	„	„	„	: 5.5 D.
25	c.M.	„	(	4	D.	acc.):	„	„	„	: 4.5 D.
20	c.M.	„	(	5	D.	acc.):	„	„	„	: 3.5 D.
16.7	c.M.	„	(	6	D.	acc.):	„	„	„	: 2.5 D.
14.3	c.M.	„	(	7	D.	acc.):	„	„	„	: 1.5 D.
12.5	c.M.	„	(	8	D.	acc.):	„	„	„	: 0.5 D.

Ook monoculair ben ik niet in staat meer dan 8.5 D. te accommodeeren. Uit dit onderzoek blijkt, dat er wel een absoluut maximum van accommodatie bestaat, maar niet een relatieve accommodatiebreedte, zooals die door DONDERS is beschreven.

Toename van het absolute en relatieve divergentiemaximum door oefening: Het absolute maximum van divergentie is ook door andere schrijvers bepaald (wordt dan vaak maximale abductie genoemd). Volgens STEVENS, SCHIÖTZ, MADDOX en CL. WORTH bedraagt ze bij normale oogen gewoonlijk 8° van een prisma of wel 4° deviatie; volgens MADDOX zelfs zelden meer. Waar al deze schrijvers deze maat zoo nauwkeurig aangeven, moet men wel aannemen, dat zij meenen, dat deze maximale divergentie niet door oefening vergroot kan worden. Sommigen, zooals CL. WORTH schrijven dan ook, dat nog zooveel oefening, naar 't schijnt, de fusiebreedte in deze richting niet kan vergrooten. BIELSCHOWSKY meent ook, dat oefening geen vermeerdering zal geven; wel echter zal men spoediger tot de grens der divergentie geraken.

In verband hiermede wil ik even mijne ervaringen in deze zaak mededeelen. Alvorens ik volgens de beschreven methode een bepaling deed, had ik reeds meermalen getracht op andere wijze de maximale divergentie mijner oogen te onderzoeken. Gewoonlijk deed ik dit met het prisma van CRÉTÈS en noteerde het maximum, dat ik na 5 minuten kon bereiken. In den loop van een half jaar kreeg ik aldus de volgende waarden: 15°, 15°, 16°, 15°, 15°, 15.5°, 15.5° prisma; dit is dus gemiddeld een maximum van $15^1/_7°$ pr. of $7^4/_7°$ deviatie. Toen heb ik eens geprobeerd bij een maximum divergentie van 15°, aldus verkregen, het roteerend prisma van CRÉTÈS langzamer-

hand te versterken en werkelijk gelukte het mij na 15 minuten zeer rustig een prisma van 16° te overwinnen zonder eenige pijn of druk in de oogen of neiging tot traansecretie. Dit bracht mij op de gedachte geruimen tijd voor ieder oog een prisma van 8° te dragen en dan wederom een maximum van divergentie te bepalen. Zoo vond ik, na bovengenoemde prisma's van 8° ongeveer een uur gedragen te hebben, bij binoculair enkelvoudig zien in de verte de volgende maxima:

na	5 minuten	16.5°	prisma
„	10 „	17°	„
„	15 „	17.5°	„
„	25 „	18°	„
„	40 „	nog steeds 18°	prisma.

Ik meende hiermede het absolute divergentiemaximum voor mijne oogen te kennen, daar ik na 15 minuten nog niet in staat was 18.5° prisma te overwinnen. Evenwel bleek mij bij later onderzoek, dat ik 18° reeds veel spoediger kon overwinnen niet alleen, maar ook, dat ik langzamerhand bij geduldig probeeren sterker prisma's kon overwinnen. Zoo kwam ik er toe, ongeveer 6 weken na evenvermeld onderzoek, mijn oogen nog eens nauwkeurig volgens de beschreven methode te onderzoeken, waarbij ik dan het resultaat verkreeg van 23 à 24° pr. maximale divergentie. Niettegenstaande de door mij verkregen resultaten in tegenspraak schijnen te zijn met de meeningen van Bielschowsky, Cl. Worth e.a., moet men toch het volgende in aanmerking nemen. Bielschowsky zegt, dat men bij veel oefening het maximum spoediger bereikt; maar hoe lang moet men er dan de eerste maal over doen? Dit zal ten

eerste van den algemeenen toestand van het individu afhangen en ten tweede van de grootte van het maximum. Dit laatste bedraagt bij mij ruim 23° pr., wat vergeleken met de resultaten van anderen een buitengewoon hoog bedrag is. Geen wonder, dat ik langer noodig heb om tot dit maximum te geraken, misschien had een grooter geduld mij ook bij 't eerste onderzoek reeds verder gevoerd, maar dit geduld om langer dan 60 minuten naar een paar letters te turen, met twijfelachtig resultaat, gaat boven mijn krachten. Het aantal malen, dat ik het absolute divergentiemaximum langs verschillende wegen heb trachten te bepalen, is zeer groot en dan moet ik toestemmen, dat het maximum toch slechts zeer weinig toegenomen is bij de herhaalde oefening. Misschien kan ik bij nog langer voortgezette oefening en nog grooter geduld nog wel sterker divergentie bereiken, maar ik stel me er mede tevreden aangetoond te hebben, dat met veel oefening en buitengewoon geduld het maximum van divergentie wel degelijk te verhoogen is. Ook bij een ander heb ik een overeenkomstig resultaat kunnen aantoonen. Deze persoon vertoonde na 5 minuten probeeren een absoluut maximum van divergentie van 8° prisma; verrichtte ik nu het onderzoek volgens de in den aanvang beschreven methode, dan kon die persoon na 30 minuten 12° pr. divergentie bereiken.

Evenmin als ik bij het onderzoek naar het absolute divergentiemaximum direct volgens de beschreven methode te werk ging, had ik dit bij het onderzoek naar de relatieve divergentie-maxima gedaan. Nog voor ik op bovengenoemde wijze het absolute divergentiemaximum begon te bepalen, onderzocht ik de relatieve

divergentiemaxima op verschillende afstanden. Eenigen tijd later herhaalde ik dit onderzoek en deze beide reeksen gaven de volgende gemiddelden:

Accommodatie:	0 D.	0.5 D.	1 D.	1.5 D.	2 D.	2.5 D.
Maximale divergentie in prisma graden:	$15\frac{1}{4}$ / 15	$16\frac{1}{2}$	$17\frac{5}{8}$	$19\frac{5}{8}$	$22\frac{5}{8}$	$25\frac{7}{8}$
		18	21	$23\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{4}$

Accommodatie:	3 D.	3.5 D.	4 D.	4.5 D.	5 D
Maximale divergentie in prisma graden:	$27\frac{1}{8}$ / 30	$28\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{8}$	$29\frac{5}{8}$	30
		$30\frac{3}{4}$	$31\frac{1}{2}$	$31\frac{1}{4}$	$30\frac{1}{2}$

Neemt men nu in aanmerking de vrij groote exophorie en bijgevolg de vrij groote persistentie van convergentie, die bij mij bestaat en zich waarschijnlijk ook wel heeft doen gelden bij dit onderzoek, dan moet men toegeven, dat deze resultaten goed overeenstemmen met de resultaten van Donders en Hess, dus met hetgeen algemeen wordt aangenomen.

Dit onderzoek verrichtte ik aldus, dat ik op verschillende afstanden van zeer kleine goed verlichte lettertjes gezeten, met behulp van prisma's de maximale divergentie mat.

Evenwel was later door het herhaalde onderzoek der absolute maximale divergentie het verband tusschen accommodatie en convergentie heel wat losser geworden en toen ik hierna nogmaals op dezelfde wijze als vroeger relatieve maximale divergentie op verschillende afstanden wilde bepalen, kreeg ik van de vroegere getallen zeer afwijkende resultaten. Dit bewees natuurlijk, dat de toen gevonden waarden geen maximum aanduidden, maar dat ik mij door de reeds vroeger genoemde persistentie der convergentie-innervatie, die gewoonlijk bij de verschillende accommodatie bestaat, in de war had laten brengen. De ervaringen, opgedaan omtrent den langen duur, die noodig is om zonder accommodatie het maximum te

vinden, waren eigenlijk al voldoende om te doen begrijpen, dat op korter afstand dit maar niet zoo in een oogenblik te onderzoeken zou zijn. Ik moest dus wel besluiten die maxima veel nauwkeuriger te bepalen, wat ik dan ook volgens de beschreven methode meen gedaan te hebben.

Conclusie uit beide proefreeksen: Door oefening en geduld is te bereiken, dat bij iedere accommodatie het absolute maximum van divergentie kan bestaan en om gekeerd, dat bij iedere divergentie elke accommodatie mogelijk is. Hiermede vervalt het negatieve gedeelte der relatieve convergentiebreedte volgens NAGEL, zoowel als het positieve gedeelte der relatieve accommodatiebreedte volgens DONDERS.

Onderzoek 2. Bepaling van den relatieven ruststand bij zien in de verte, terwijl de accommodatie door het voorzetten van negatieve glazen wordt geregeld.

Methode: Als fixatie-object gebruik ik wederom de proefletters van SNELLEN, terwijl ik op 6 meter afstand hiervan gezeten ben. Onder de letters is een karton geplaatst met kleine ronde opening ($^1/_2$ c.M. middellijn), waarachter een gloeikousje brandt. Accommodatie wordt veroorzaakt door negatieve glazen. Die letters worden gefixeerd, welke zich verticaal boven de opening in het karton bevinden. Mijn instrumentarium bestaat uit de staafjes van MADDOX en het roteerend prisma van CRÉTÈS. Om het scherp zien niet te benadeelen, plaats ik èn staafjes èn prisma voor hetzelfde oog. Ik neem aan, dat er orthophorie bestaat, wanneer de roode verticale lichtstreep gaat door de gefixeerde letters loodrecht boven het lichtende punt. Gaat men nu den relatieven ruststand bepalen, dan zal men telkens weer

andere resultaten verkrijgen, zoo niet enkele voorzorgen in acht genomen worden: 1°. Moeten we steeds denzelfden ruststand bij zien zonder accommodatie als uitgangsstand hebben, om den invloed der accommodatie op de convergentie te leeren kennen. Nimmer begon ik een nieuwe bepaling met een sterker negatief glas, of de ruststand zonder accommodatie moest bij mij 3.5° prisma exophorie bedragen (deze waarde krijg ik meestal, wanneer ik een poosje heb zitten lezen of schrijven). Was dit niet het geval, dan stelde ik het verder onderzoek uit; 2°. moet men volkomen frisch zijn, d. w. z. dat niet alleen de oogen, maar het geheele lichaam zonder moeheid moet wezen. Bepalingen 's avonds gedaan, geven bij mij meestal andere resultaten (meer convergentie), dan 's morgens of op den middag; ook mag men niet te veel bepalingen na elkaar doen; 3°. moet men bij schommelingen van de roode lichtlijn steeds de sterkste divergentie of minste convergentie nemen; dit is namelijk vrij constant, terwijl de convergentiemaxima bij de schommelingen buitengewoon grillig zijn. Deze schommelingen vooral zijn uiterst onaangenaam en zouden aan eigen betrouwbaarheid doen twijfelen. Evenwel zijn ze grootendeels te voorkomen door niet steeds één punt te fixeeren, maar de bepaling als het ware al lezende te doen en verder, wanneer, zooals bij mij, de bepaling langer duurt, in den tusschentijd, dat men geen waarneming doet, naar een iets naderbij gelegen voorwerp te kijken. Hoe frisscher, hoe minder vermoeid men overigens is, des te minder schommelingen neemt men waar. Ik houd het er voor, dat de schommelingen berusten op verlies van accommodatie tijdens het fixeeren; om deze accommodatie dan weer te her-

stellen, wordt plotseling de convergentie te hulp geroepen. Ten slotte mag men tijdens het onderzoek niet knijpen of trekken met de oogleden, daar ook dit, waarschijnlijk door drukverschil op den oogbol den convergentiestand kan wijzigen (wijd opensperren der oogleden geeft bij mij vermeerderde divergentie). Mijn bepaling deed ik achtereenvolgens bij een accommodatie van 0—8 D.; ieder negatief glas droeg ik gedurende een half uur en deed bij den aanvang en verder na iedere 5 minuten een meting.

Dit geheele onderzoek herhaalde ik nog eens, maar met de variatie, dat ik telkens voor ik tot de bepaling met een sterker negatief glas overging, gedurende een half uur de oogen sloot.

Resultaat:

Zonder vooraf de oogen te sluiten:

Accommodatie.	Aanvang.	Na 5 min.	Na 10 min.	Na 15 min.	Na 20 min.	Na 25 min.	Na 30 min.
0 D.	— 3.5	— 6.5	— 7.5	— 8	— 8.5	—9.	—9
1 D.	0	— 5	— 6	— 6.5	— 7	—7.5	—8
2 D.	+ 3.5	— 3.5	— 4.5	— 5	— 5.5	—6	—6.5
3 D.	+ 7	— 1.5	— 3	— 3.5	— 4	—4.5	—5
4 D.	+10.5	+ 0.5	— 1	— 2	— 2.5	—3	—3.5
5 D.	+14	+ 3	+ 1.5	+ 0.5	— 0.5	—1	—1.5
6 D.	+18	+ 6	+ 4.5	+ 3.5	+ 2.5	+1.5	+1
7 D.	+26	+12	+ 8	+ 7	+ 6	+5	+4
8 D.	+ ?	+22?	+14	+11.5	+10.5	+9.5	+8.5

Na $^1/_2$ uur sluiten der oogen vóór iedere bepaling.

Accommodatie.	Aanvang.	Na 5 min.	Na 10 min.	Na 15 min.	Na 20 min.	Na 25 min.	Na 30 min.
0 D.	— 8.5	—9.5	—10	—10.5	—10.5	—11	—11
1 D.	— 6.5	—8	— 8.5	— 9	— 9.5	—10	—10
2 D.	— 4.5	—6.5	— 7	— 7.5	— 8	— 8.5	— 9
3 D.	— 2.5	—5	— 5.5	— 6	— 6.5	— 7	— 7.5
4 D.	0	—3.5	— 4	— 4.5	— 5	— 5.5	— 6
5 D.	+ 3	—1.5	— 2.5	— 3	— 3.5	— 4	— 4.5
6 D.	+ 6.5	+1	— 0.5	— 1.5	— 2	— 2.5	— 3
7 D.	+11	+4.5	+ 3	+ 2	+ 1	+ 0.5	0
8 D.	+22?	+9	+ 8	+ 7	+ 6.5	+ 6	+ 6

De getallen geven aan de convergentie uitgedrukt in de sterkte der prisma's. De ruststand bij den aanvang wil zeggen na 15 seconden.

Voordeelen en bezwaren der methode: Er zijn verschillende onnauwkeurigheden met deze methode te begaan. Welke fouten te maken zijn bij 't gebruik van prisma en staafjes van MADDOX is reeds vroeger besproken. Verder heb ik fouten gemaakt door niet volkomen gecentreerde glazen te bezigen. Maar bij de voortdurende wisseling in convergentie wordt dit bijna een onmogelijkheid. De glazen stonden als voor pupilafstand bij zien in de verte. Zooals reeds gezegd, zijn vooral de schommelingen in convergentie uiterst lastig. Ook hier is het aan te bevelen bij te sterke schommelingen even de oogen te sluiten. Men kan dit onderzoek niet doen, als men kort te voren andere convergentie- of divergentieproeven heeft gedaan, daar dit grooten invloed op het resultaat heeft.

Niettegenstaande al mijn voorzorgen kreeg ik toch soms een reeks getallen, die geheel niet bij de andere pasten, dan stelde ik het onderzoek verder uit. Elk deel van het onderzoek is twee of meermalen door mij verricht. De voordeelen der methode zijn: een goed te controleeren accommodatie en een gemakkelijk hanteerbaar instrumentarium. Verdere voordeelen zijn reeds bij de beschrijving der methode genoemd. Ten slotte wil ik er nog op wijzen, dat men steeds in het oog moet houden het groote aantal factoren, dat nog invloed op de convergentie zal hebben, zoodat deze lang niet alleen door de accommodatie bepaald wordt.

Conclusie: Bij monoculair zien wordt niet alleen gaandeweg de exophorie grooter, maar ook bemerken we, dat bij

monoculair zien met accommodatie het samengaan van accommodatie en convergentie langzamerhand minder intensief wordt. Is in den aanvang de convergentie-toename per dioptrie ± 3.5° pr., na een half uur monoculair zien met accommodatie is die toename zelfs tot 1 en 1.5° pr. per dioptrie verminderd. Ook bij sluiten der oogen zien we een sterke toename der exophorie. Het samengaan van accommodatie en convergentie wordt ook tijdens het sluiten der oogen minder intensief, maar niet zoo duidelijk als bij monoculair zien met accommodatie. Het resultaat van dit onderzoek doet vermoeden, dat bij langdurige accommodatie en monoculair zien het samengaan van accommodatie en convergentie geheel zou zijn opgeheven.

Het is mogelijk, dat het bewustzijn, dat het fixatieobject op grooten afstand der oogen is geplaatst, een innervatie geeft tot vermeerdering der divergentie of vermindering der convergentie. Het is daarom, dat ik ook nog het volgende onderzoek verricht heb.

Onderzoek 3. Bepaling van den relatieven ruststand bij zien op verschillende afstanden.

Methode: Deze komt bijna geheel overeen met die van het voorgaande onderzoek. Thans wordt echter de accommodatie veroorzaakt door naderen van het fixatieobject. Ook het fixatieobject is eenigszins gewijzigd. Ik gebruikte fijne lettertjes, geplakt op een koker boven een zich daarin bevindende kleine opening (1 m.M. middellijn), welke koker om een gasgloeikousje stond. De afstand werd bewaard door een touwtje, loopend van fixatie oppervlak tot jukboog. De fijnste lettertjes door mij gebruikt voor fixatie op korten afstand,

Fig. 12. Fixatievoorwerp gebruikt voor een juiste occommodatie bij zien op korten afstand.

waren die van het „Wien Neerlandsch bloed" geschreven op de oppervlakte van een cent.

Resultaat: De getallen, volgens bovenbeschreven methode gevonden, moeten herleid worden om direct met de getallen van onderzoek 2 vergeleken te kunnen worden. Ik heb daarom deze herleiding uitgevoerd en de getallen, die het prisma aanwees er tusschen haakjes achter geplaatst. Aldus werd het volgende door mij gevonden.

Zonder vooraf de oogen te sluiten.

Accommodatie.	Aanvang.	Na 5 min.	Na 10 min.	Na 15 min.	Na 20 min.	Na 25 min.	Na 30 min.
0 D.	— 3.5	— 6.5	— 7.5	— 8	— 8.5	— 9	— 9
1 D.	0 (7)	— 4.5 (11.5)	— 5 (12)	— 5.5 (12.5)	— 6 (13)	— 6.5 (13.5)	— 7 (14)
2 D.	+ 3.5 (10.5)	— 2 (16)	— 3 (17)	— 3.5 (17.5)	— 4 (18)	— 4.5 (18.5)	— 5 (19)
3 D.	+ 7 (14)	+ 1 (20)	0 (21)	— 1 (22)	— 1.5 (22)	— 2 (23)	— 2.5 (23.5)
4 D.	+ 10.5 (17)	+ 3.5 (24)	+ 2 (25.5)	+ 1 (26.5)	+ 0.5 (27)	0 (27.5)	— 0.5 (28)
5 D.	+ 14 (20)	+ 6.5 (27.5)	+ 5 (29)	+ 4 (30)	+ 3 (31)	+ 2.5 (31.5)	+ 2 (32)
6 D.	+ 18 (23)	+ 10 (31)	+ 9 (32)	+ 8 (33)	+ 7 (34)	+ 6 (35)	+ 5.5 (35.5)
7 D.	+ 22 (26)	+ 14 (34)	+ 12 (36)	+ 11 (37)	+ 10 (38)	+ 9.5 (38.5)	+ 9 (39)
8 D.	+ 2.7 (28)	+ 19 (37)	+ 17.5 (37.5)	+ 16 (39)	+ 15 (40)	+ 14.5 (40.5)	+ 14 (41.5)

Evenals bij onderzoek 2 heb ik ook hier het geheele onderzoek nog eens herhaald, terwijl ik vóór iedere bepaling een half uur de oogen sloot. Dit gaf het volgende resultaat:

Accommodatie.	Aanvang.	Na 5 min.	Na 10 min.	Na 15 min.	Na 20 min.	Na 25 min.	Na 30 min.
0 D.	— 8.5	— 9.5	—10	—10.5	—10.5	—11.	—11
1 D.	— 5 (12)	— 6.5 (13.5)	— 7.5 (14.5)	— 8 (15)	— 8.5 (15.5)	— 8.5 (15.5)	— 8.5 (15.5)
2 D.	— 2 (16)	— 4 (18)	— 5 (19)	— 5.5 (19.5)	— 6 (20)	— 6 (20)	— 6 (20)
3 D.	+ 1 (20)	— 1 (22)	— 2 (23)	— 2.5 (23.5)	— 3 (24)	— 3.5 (24.5)	— 3.5 (24.5)
4 D.	+ 3.5 (24)	+ 1.5 (26)	+ 0.5 (27)	— 0.5 (28)	— 1 (28.5)	— 1.5 (29)	— 1.5 (29)
5 D.	+ 6 (28)	+ 4 (30)	+ 2.5 (31.5)	+ 1.5 (32.5)	+ 1 (33)	+ 1 (33)	+ 0.5 (33.5)
6 D.	+ 9 (32)	+ 6.5 (34.5)	+ 4.5 (36.5)	+ 4 (37)	+ 3.5 (37.5)	+ 3.5 (37.5)	+ 3 (38)
7 D.	+12 (36)	+ 9.5 (38)	+ 8 (40)	+ 7.5 (40.5)	+ 7 (41)	+ 6.5 (41.5)	+ 6 (42)
8 D.	+19 (36)	+15 (40)	+12 (43)	+10.5 (44.5)	+10 (45)	+ 9.5 (45.5)	+ 9 (46)

Voordeelen en bezwaren der methode: Deze sluiten zich bijna geheel aan bij die voor onderzoek 2 genoemd.

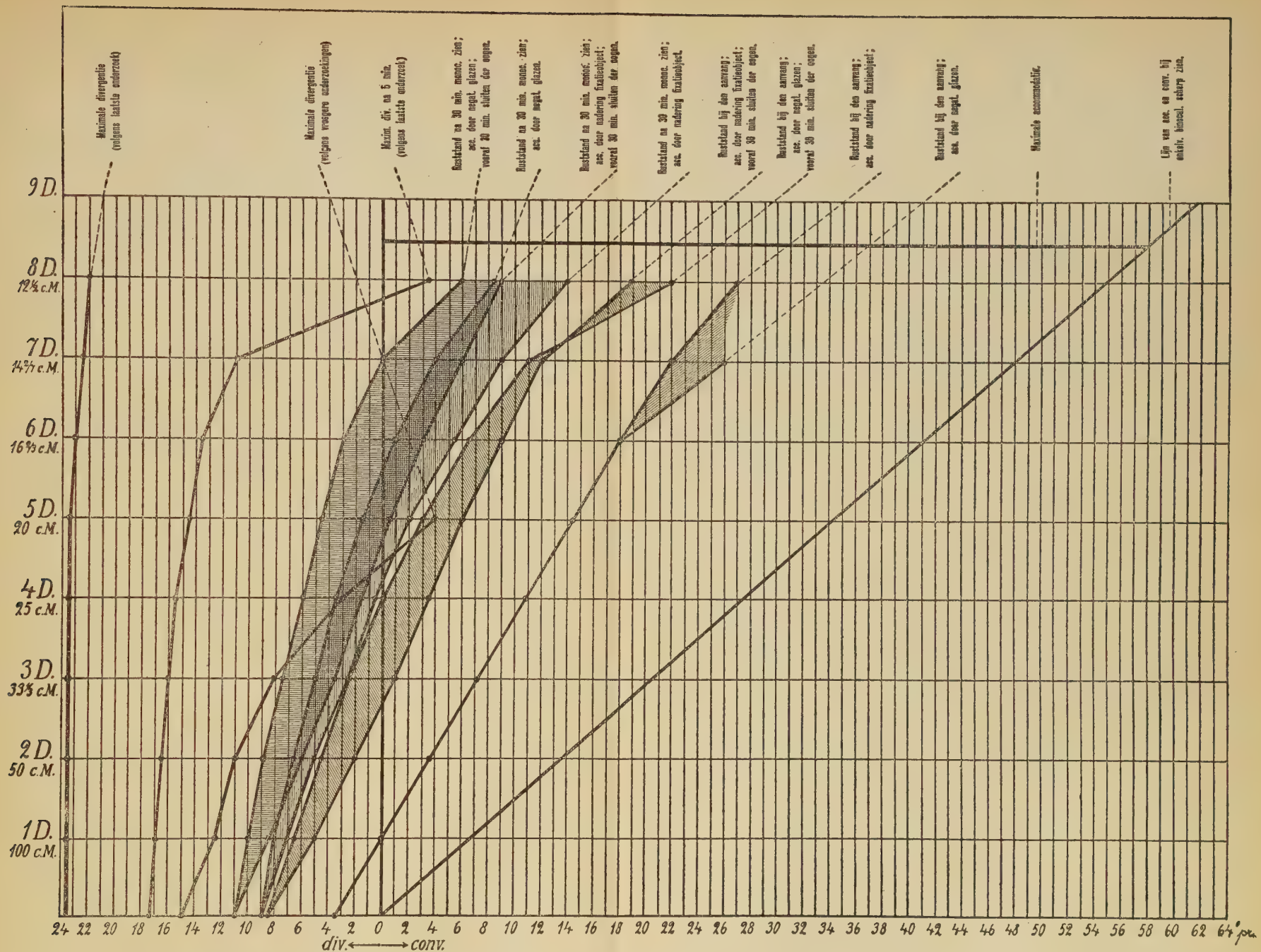

Maximale divergentie (volgens laatste onderzoek)
Maximale divergentie (volgens vroegere onderzoekingen)
Maxim. div. na 5 min. (volgens laatste onderzoek)
Ruststand na 30 min. monoc. zien; acc. door negat. glazen; vooraf 30 min. sluiten der oogen.
Ruststand na 30 min. monoc. zien; acc. door negat. glazen.
Ruststand na 30 min. monoc. zien; acc. door naderend fixatieobject; vooraf 30 min. sluiten der oogen.
Ruststand na 30 min. monoc. zien; acc. door naderend fixatieobject.
Ruststand bij den aanvang; acc. door naderend fixatieobject; vooraf 30 min. sluiten der oogen.
Ruststand bij den aanvang; acc. door negat. glazen; vooraf 30 min. sluiten der oogen.
Ruststand bij den aanvang; acc. door naderend fixatieobject;
Ruststand bij den aanvang; acc. door negat. glazen.
Maximale accommodatie.
Lijn van acc. en conv. bij maxim. binocul. scherp zien.
9D.
8D. 12½ c.M.
7D. 14⅔ c.M.
6D. 16⅔ c.M.
5D. 20 c.M.
4D. 25 c.M.
3D. 33⅓ c.M.
2D. 50 c.M.
1D. 100 c.M.
24 22 20 18 16 14 12 10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 p.m.
div. ⟷ conv.

Fig. 13. Graphische voorstelling, waarin de voornaamste resultaten van de onderzoekingen, beschreven in het vierde hoofdstuk, zijn vereenigd.

Hieruit blijkt, dat de maximale accommodatie bij verschillende convergentie gelijk is aan het absolute accommodatie maximum en dat de maximale divergentie bij verschillende accommodatie zoo goed als gelijk is aan het absolute divergentiemaximum. Tevens ziet men dat de divergentiemaxima door oefening in den loop der tijden zijn toegenomen. Met „laatste onderzoek" wordt bedoeld het onderzoek na ruime voorafgaande oefening. Verder zien we de toenemende divergentie bij vastgehouden accommodatie en het veranderen van den ruststand bij opgeheven binoculair zien (na 30 min. sluiten der oogen). De ruststandlijnen, die op dezelfde wijze waren verkregen maar alleen de accommodatie in het eene geval door negatieve glazen en in het andere geval door naderen van het fixatievoorwerp was verkregen zijn door een arceering vereenigd, zoodat hieruit de invloed der afstandsvoorstelling blijkt. Merkwaardig is, dat deze lijnen elkaar bij sterke accommodatie weer naderen of zelfs snijden. Dit komt, doordat bij zien in de verte de accommodatie door negatieve glazen moeilijk wordt en de convergentie dan te hulp komt (zie 8e hoofdstuk).

Een voordeel hier is, dat de negatieve glazen achterwege kunnen blijven; maar hier staat tegenover, dat men spoediger fouten maakt door het prisma niet dicht genoeg voor de oogen te houden. Men zal ook hier moeten bedenken, dat naast de accommodatie toch nog andere factoren invloed kunnen hebben op den ruststand.

Conclusie: Ook hier neemt de exophorie toe bij monoculair zien met of zonder accommodatie en wordt het samengaan van accommodatie en convergentie minder intensief, doch niet zoo duidelijk als bij onderzoek 2. Het vooraf sluiten der oogen doet wel de exophorie toenemen, maar het samengaan van accommodatie en convergentie verandert slechts weinig. Bij vergelijking der resultaten van onderzoek 2 en 3 is de invloed van de afstandsvoorstelling op den ruststand niet te miskennen. (Zie fig. 13).

VIJFDE HOOFDSTUK.

Het ontstaan van de associatie tusschen accommodatie en convergentie.

„Der Tag der letzten Hypothese wäre auch der Tag der letzten Beobachtung". Deze woorden van HENLE geven mij den moed in dit hoofdstuk enkele hypothesen te ontwikkelen, die op de bij het beschreven onderzoek verrichtte waarnemingen gebaseerd zijn.

In het vierde hoofdstuk heb ik onderzoekingen omtrent den samenhang tusschen accommodatie en convergentie beschreven en het verkregen resultaat medegedeeld. Deze resultaten, vaak onverwacht en niet overeenkomstig de heerschende opvattingen, geven reden om de bestaande meeningen omtrent samenhang van accommodatie en convergentie te herzien en te trachten een nieuwe voorstelling van dien samenhang te vormen, waarin de verschillende verschijnselen een ongedwongene en voldoende verklaring vinden.

Wat nu betreft het samengaan van convergentie en accommodatie, zoo heb ik in het eerste onderzoek van het vierde hoofdstuk, hetgeen handelt over het divergentie-maximum, aangetoond, dat bij iedere accommodatie-toestand ongeveer het absolute divergentie-maximum door geduld en oefening is te bereiken. Hieruit volgt, dat er accommodatie kan bestaan zonder convergentie.

Hieruit volgt evenwel niet dadelijk, dat er een accommodatie-innervatie kan bestaan zonder convergentie-innervatie. Immers het is volgens de hypothese van REDDINGIUS mogelijk, dat naast de innervatie van uit het accommodatie-convergentie-centrum een innervatie van uit het divergentie-centrum bestaat, die bij een zelfde accommodatie verschillende convergentie-toestanden kan doen optreden. Vind ik nu bij de maximale accommodatie ongeveer het maximum van divergentie, dan moeten we aannemen volgens deze hypothese, dat naast een zeer krachtige innervatie van accommodatie en convergentie een buitengewoon sterke divergentie-innervatie het resultaat der convergentie-innervatie bijna geheel opheft. Mag dit al vreemd schijnen, dan heb ik tegen de hypothese van REDDINGIUS bovendien nog de volgende twee bezwaren: 1°. In het tweede en derde onderzoek van het vierde hoofdstuk, hetgeen handelt over ruststandbepalingen bij vastgehouden accommodatie, blijft tijdens het monoculaire zien de accommodatie dezelfde, dus volgens REDDINGIUS ook de convergentie-innervatie. Niet alleen de toenemende exophorie, maar vooral de steeds minder wordende toename in convergentie bij sterkere accommodatie zouden dus moeten berusten op divergentie-innervatie, die bij het tweede onderzoek misschien verklaarbaar is door de afstandsvoorstelling, maar in het derde onderzoek geheel onverklaarbaar. 2°. Bij het bepalen van de maximale divergentie bij 8 D. accommodatie moeten we volgens REDDINGIUS wel tegelijkertijd een maximale innervatie van uit het divergentie-centrum en van uit het convergentie-accommodatie-centrum aannemen. Bij wegname der negatieve glazen valt plotseling de accommodatie, dus ook de

convergentie-innervatie weg, waarbij men dus ook een plotselinge toename van maximale divergentie zou verwachten. Dit gebeurt echter in het geheel niet, niet eens $^1/_2{}^\circ$ pr (wel weer na verloop van eenigen tijd). Op deze beide gronden acht ik de meening van REDDINGIUS onaannemelijk. Hiermede is tevens bewezen, dat er een accommodatie-innervatie kan bestaan zonder convergentie-innervatie.

Dit bewijst nog niet, dat een convergentie-innervatie zonder accommodatie-innervatie mogelijk is. Immers het blijft denkbaar, dat het positieve gedeelte der relatieve convergentiebreedte ontstaat door verminderde divergentie-innervatie. Hoewel ik dit in verband met bovenstaande niet waarschijnlijk acht, zou een afdoend bewijs er tegen slechts geleverd kunnen worden door aan te toonen, dat het absolute maximum van convergentie ook zonder accommodatie zou zijn te bereiken. Daar dit wederom veel tijd, oefening en geduld zou kosten, heb ik dit niet systematisch beproefd. Toch kan ik mededeelen, dat bij enkele langer durende proefnemingen reeds een zeer sterke convergentie (41 ° pr.) zonder merkbare accommodatie door mij kon worden bereikt. Ik ben dan ook overtuigd, dat zoowel een zelfstandige accommodatie-innervatie als een afzonderlijke convergentie-innervatie kan bestaan.

Het lijkt mij niet onaardig hier nog eens te herinneren aan de krommen van relatieve accommodatiebreedte, door DONDERS bij een hypermetroop en een myoop verkregen. DONDERS wijst er op, dat bij de refractieanomaliën het positieve en het negatieve gedeelte der relatieve accommodatiebreedte vaak veranderen; maar wat is een hypermetroop in dit verband beschouwd anders dan

iemand, die dagelijks bij betrekkelijk geringe convergentie een vrij sterke accommodatie laat optreden, dus het positieve deel der relatieve accommodatiebreedte oefent en wat is een myoop in dit geval anders dan iemand, die zonder accommodatie verschillende convergentie-toestanden tracht te bereiken, dus dagelijks het negatieve deel der relatieve accommodatiebreedte oefent. Men kan zich nu voorstellen, dat de hypermetroop en de myoop door DONDERS onderzocht een en dezelfde persoon is, die eerst een zeer langen tijd negatieve glazen en daarna langen tijd achtereen positieve glazen heeft gedragen. Brengt men dan in eene teekening in het eerste geval het positieve deel en in het tweede geval het negatieve deel der relatieve accommodatiebreedte samen, dan ziet men, dat deze kromme verrassend veel overeenkomst vertoont met hetgeen ik door geduld en oefening bij mijne eigene oogen heb gevonden. Ware in beide gevallen de refractieanomalie nog iets sterker geweest, wellicht had dan ook hieruit gebleken, dat maximale accommodatie en maximale convergentie geheel afzonderlijk kunnen optreden.

De sterkte der hypermetropie kwam overeen met een negatief glas, waarvan hoofdbrandpuntafstand $= 7^1/_2$ fransche duimen (totale hypermetropie).

De sterkte der myopie kwam overeen met een positief glas, waarvan hoofdbrandpuntafstand $= 5^1/_3$ fransche duimen.

p_2 ligt nog bijna op de lijn van maximale accommodatie, omdat anders bij deze convergentie het scherp zien niet mogelijk was.

r_2 ligt nog bijna op de lijn van minimale accommodatie, omdat anders bij deze convergentie het scherp zien niet mogelijk was.

Links van p_2 en rechts van r_2 zijn maximale resp minimale accommodatie terwille van het scherp zien niet meer noodig, vandaar de plotselinge verandering van richting in de beide krommen.

Kunnen nu accommodatie- en convergentie-innervatie afzonderlijk voorkomen, dan staat aan den anderen

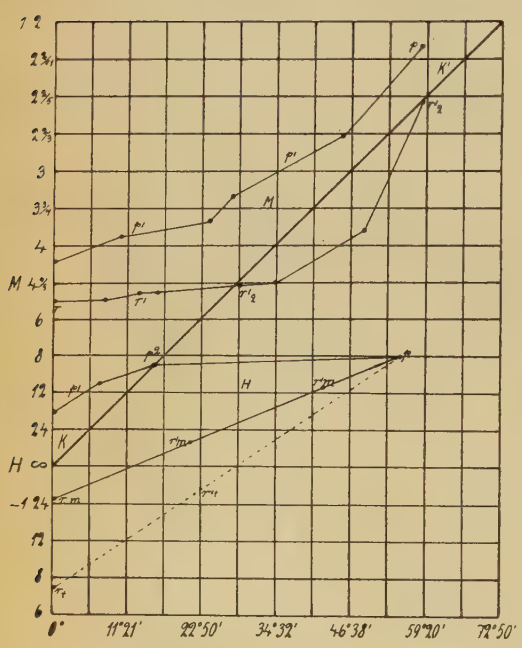


Fig. 14.
Relatieve accommodatiebreedte bij een myoop en bij een hypermetroop, door DONDERS bepaald.

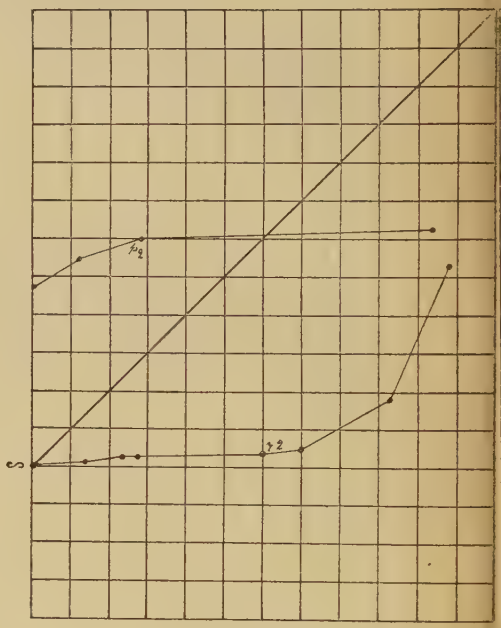


Fig. 15.
De lijn van het relatieve accommodatie maximum van den hypermetroop uit voorgaande fig. en de lijn van het relatieve accommodatie minimum van den myoop uit voorgaande fig. bijeen gebracht. Hierbij worden de beide ametropen voorgesteld als emmetropen, wier ametropie heeft bestaan in het dragen van negatieve resp. positieve glazen.

kant toch vast, dat er een samenhang dezer beide innervaties bestaat, zooals de resultaten van het tweede en derde onderzoek in het vorige hoofdstuk aanwijzen. Deze resultaten geven ons tevens een denkbeeld van de

intensiteit van samenhang der twee genoemde innervaties, zoodat een verdere bespreking mij belangrijk genoeg voorkomt.

Dat het resultaat van het eerste onderzoek (maximale divergentie) van het vorige hoofdstuk slechts verkregen kon worden, wanneer de fusieneiging meewerkt tot vermeerdering der divergentie, is duidelijk. Waarschijnlijk geeft de fusieneiging een prikkel tot convergentievermindering, waardoor de persistentie der gewoonlijk bestaande convergentie afneemt. De fusieneiging is in staat het samengaan van accommodatie en convergentie geheel te verbreken. Maar hoe is het nu, wanneer er geen fusieneiging bestaat, dus bij monoculair zien. Dit leeren ons het tweede en derde onderzoek van het vierde Hoofdstuk. Bij den aanvang van het tweede onderzoek is de convergentietoename per dioptrie ± 3.5° pr. Deze toename per dioptrie met een gelijk aantal graden is ook door Reymond en door Maddox aldus gevonden. Maddox meende dat één dioptrie accommodatie ongeveer samenging met een convergentie van $^3/_4$ M.A. (meterhoek van Nagel). Bij mij is dit evenwel ± $^1/_2$ M.A.

Aan het eind van het 2e gedeelte van het tweede onderzoek, dus na eerst een half uur sluiten der oogen en daarna een half uur monoculair zien, is de convergentietoename per dioptrie 1—1.5° pr. (bij sterke accommodatie 3° pr.). Ook hier ziet men dus een losser worden van het verband, hoewel geen fusieneiging er toe meewerkt. Maar hier kan de afstandsvoorstelling nog werkzaam zijn en een convergentie tegenwerken. Dit kan evenwel in het derde onderzoek niet meer het geval zijn. Ook hier is in den aanvang de convergentietoename per dioptrie 3.5° pr. Na een half uur sluiten der oogen en

een half uur monoculair zien is de convergentietoename per dioptrie accommodatie 1.5—2.5° pr. (bij sterkere accommodatie 3° pr.) Hoewel minder dan bij het tweede onderzoek is toch ook hier een minder duidelijk samengaan der beide functie's te constateeren. Hier is geen verklaring voor te vinden, tenzij men aanneemt, dat de intensiteit van den samenhang tusschen accommodatie en convergentie zeer gering is. Dat deze intensiteit individueel verschillend is, zal wel niemand betwijfelen.

Men ziet dus, dat het samengaan van accommodatie-innervatie en convergentie-innervatie niet alleen kunstmatig verbroken kan worden, maar dat er ook vanzelf een wijziging optreedt, indien er maar een directe oorzaak voor de accommodatie blijft bestaan, zonder dat een directe oorzaak voor convergentie aanwezig is.

Waar nu de intensiteit der associatie zoo buitengewoon gering is, lijkt mij geen grond aanwezig om naar een aangeboren samenhang te zoeken en is het veel waarschijnlijker, dat de associatie tusschen accommodatie en convergentie een gevolg is van gewoonte of meer wijsgeerig uitgedrukt van de ervaring bij het zien in den loop van het voorafgaand leven verkregen en vastgelegd in het zenuwstelsel. Deze meest waarschijnlijke onderstelling, dat de besproken associatie door gewoonte of ervaring is verkregen, wil ik in de volgende bladzijden nader uiteenzetten.

Wanneer twee innervaties samenhangen gelijk de convergentie- en accommodatie-innervatie, dan zijn in het algemeen de drie volgende gevallen mogelijk: 1°. de oorzaak voor de eene innervatie is tevens een oorzaak voor de andere innervatie. 2°. de convergentie-innervatie is de oorzaak der accommodatie-innervatie. 3°. de

accommodatie-innervatie is de oorzaak der convergentie-innervatie.

Deze drie mogelijkheden zal ik achtereenvolgens bespreken.

Voor de behandeling der eerste mogelijkheid is het wenschelijk, dat we aanvangen met de oorzaken voor convergentie en accommodatie afzonderlijk na te gaan. De factoren, die aanleiding geven tot een convergentiebeweging of divergentiebeweging zijn: de neiging tot binoculair enkelvoudig zien en de afstandsvoorstelling. Wel kan als nevenbeweging bij andere oogbewegingen soms neiging tot convergentie of divergentie optreden, maar dit behoeven we hier niet ter sprake te brengen.

Dat de neiging tot binoculair enkelvoudig zien (fusieneiging) een convergentie-innervatie kan veroorzaken is met prismata gemakkelijk aan te toonen. Reeds het bestaan der heterophorie wijst er op, dat er een fusieneiging moet aanwezig zijn bij het binoculaire zien. De dubbelbeelden, welke zonder die fusieneiging zouden blijven bestaan, wekken evenwel niet eenvoudig reflectorisch de convergentie-innervatie op. Slechts de dubbelbeelden van het voorwerp, dat onze aandacht trekt, zijn in staat een convergentie-innervatie op te wekken.

Bij vermoeienis is de fusieneiging veel minder sterk, wat mij vooral bij de bepaling van het divergentiemaximum gebleken is.

Zwakke prismata, zoowel divergeerende als convergeerende, worden zoo gemakkelijk door de fusieneiging overwonnen, dat het voor hen, die niet met proefnemingen over oogbewegingen gewend zijn, vaak moeilijk is de diplopie te laten voortbestaan. Of de neiging tot enkelvoudig zien aangeboren is of wel tijdens het leven

is verkregen, is een vraag, die zich niet zoo gemakkelijk laat beantwoorden. Daar de beantwoording evenwel voor de behandeling van mijn onderwerp niet noodzakelijk is, zal ik deze vraag, hoe belangrijk ze overigens ook is, laten rusten.

Een meer uitvoerige behandeling eischt het verband tusschen afstandsvoorstelling en convergentie. Dat de afstandsvoorstelling een convergentie-innervatie kan te weeg brengen, is reeds duidelijk gebleken. Wanneer men namelijk de resultaten van het tweede en derde onderzoek uit het vorige hoofdstuk met elkaar vergelijkt, dan ziet men, dat de convergentie in het derde onderzoek over het algemeen sterker is. Het eenige verschil tusschen het tweede en derde onderzoek bestaat hierin, dat in het eerste geval de accommodatie veroorzaakt werd door negatieve glazen, terwijl het voorwerp op grooten afstand bleef staan, terwijl in het tweede geval de accommodatie veroorzaakt werd door het voorwerp steeds dichter bij de oogen te brengen. Alleen de voorstelling van den afstand, die verkregen werd door verschillende aanstonds te noemen zintuigelijke waarnemingen, kan invloed gehad hebben op de meerdere convergentie in het laatste geval.

Maar ook bij het willekeurig convergeeren, het willekeurig scheelzien, is de afstandsvoorstelling feitelijk de oorzaak der convergentie. Evenals bij iedere beweging door z.g. willekeurige spieren, het niet de spieren zijn, die willekeurig kunnen worden gecontraheerd, maar wel de bewegingen, die willekeurig kunnen worden uitgevoerd, doordat men zich een voorstelling van die beweging of den te verkrijgen stand vormt, zoo is dit ook met de willekeurige convergentie het geval. Vooral

wanneer men zichzelf het willekeurig scheelzien wil leeren, blijkt het duidelijk, dat men dit slechts kan verkrijgen door zich dicht voor de oogen een punt of voorwerp te denken, waarnaar men wil kijken. Later gaat de willekeurige convergentie zoo gemakkelijk, dat men niet meer weet, hoe men ze eigenlijk tot stand laat komen. Na langere oefening kan men de oogen allerlei convergentiestanden doen innemen, zooals die bij éénzijdige en dubbelzijdige abducensparalysen en -paresen voorkomen, alleen maar door zich ergens een fixatiepunt te denken. Ook bij gesloten oogen is de willekeurige convergentie zeer goed uit te voeren.

We hebben nu twee gevallen van convergentie door afstandsvoorstelling beschreven. In het eerste geval werd de afstandsvoorstelling veroorzaakt door het fixeeren van een bepaald voorwerp, waardoor we verschillende prikkels ontvingen, die de voorstelling van dichtbij teweeg brachten; in het tweede geval bestond de afstandsvoorstelling uit het herinneringsbeeld der prikkels, die de voorstelling van dichtbij samenstellen. Tot deze laatste prikkels behoort ook het convergentiegevoel, waaronder ik versta het bewust worden der convergentie-innervatie. Dit kunnen we besluiten uit het feit, dat niet alleen afstandsvoorstelling convergentie geeft, maar omgekeerd de convergentie ook afstandsvoorstelling. Tot hen, die over dit onderwerp onderzoekingen hebben verricht, behoort o.a. Wundt. Hij keek met beide oogen door een horizontale spleet naar een vertikalen zwarten draad. Achter den draad was slechts een witte muur waarneembaar. Het minimum van waarneembare verschuiving van dezen draad naar achter of naar voren werd bepaald op verschillende afstanden van de oogen. Gedurende

de beweging van den draad sloot WUNDT de oogen en richtte vervolgens den blik eerst naar den witten muur, alvorens naar den draad te kijken. Ook deed hij een reeks van proeven, waarbij hij den draad bleef fixeeren. De resultaten verschilden in dit geval slechts weinig van de vorigen. Volgens deze resultaten zou het minimum van waarneembare convergentie toenemen, wanneer de aanvangshoek der convergentie zelf toenam; de verhouding tusschen het minimum van nadering of verwijdering en den afstand van den draad zou ongeveer gelijk blijven en zou ongeveer $^1/_{50}$ bedragen. Was dus de draad opgehangen op 50 c.M. afstand van de oogen, dan zou een nadering of verder weg plaatsen van 1 c.M. waarneembaar zijn; hing de draad op 25 c.M. afstand, dan zou een afstandsverschil van 0.5 c.M. waar te nemen zijn.

ARRER, die ongeveer dezelfde onderzoekingen deed, kreeg overeenkomstige resultaten.

BOURDON meende evenwel, dat het onderzoek van WUNDT en ARRER niet geheel zonder bedenking was. Hij meende, dat het beeld van de opening, waardoor gekeken werd, invloed kon hebben op de waarneming. Bovendien kon verschil in grootte (dikte) en helderheid van het retinabeeld de beoordeeling van het afstandsverschil te hulp komen. Deze fouten trachtte BOURDON te vermijden. Hij gebruikte twee lichtende punten, die achtereenvolgens zichtbaar waren. Het eene verscheen steeds op een bepaalden afstand van den waarnemer, het andere op wisselenden afstand. De waarnemer moest nu zeggen of hij het laatste punt dichterbij of verderaf zag. Het hoofd was geïmmobiliseerd. De twee punten bevonden zich in het mediaanvlak van het hoofd; het dichterbij gelegene ter hoogte van de oogen, het verder-

weg gelegene ongeveer 2 m.M. hooger. Het waarnemen van het tweede lichtende punt werd voorafgegaan door onregelmatige oogbewegingen. Volgens de resultaten van BOURDON was het niet twijfelachtig of het minimum van waarneembaar convergentieverschil is zwakker, wanneer de afstand van waarnemer tot fixatievoorwerp aanzienlijker is. Niet alleen bij het waarnemen van afstandsverschil kan het bewust worden der convergentie ons helpen, maar ook bij het schatten van den absoluten afstand tusschen fixatievoorwerp en onze oogen. Deze schatting zal vrij nauwkeurig zijn op 1 M. afstand; op een afstand van 4 à 5 M. is deze schatting uitsluitend door middel der convergentie reeds zeer onnauwkeurig. Zonder de methode van onderzoek hiertoe gebruikt nader te beschrijven en zonder verder in details af te dalen, meen ik, dat men uit dit onderzoek mag afleiden, dat het convergeeren ons bewust wordt en het aldus medehelpt tot de afstandsvoorstelling. Men had dit ook a priori wel kunnen vermoeden. Het is ondenkbaar, dat men willekeurig den convergentiestand der oogen zou kunnen veranderen, zonder dat men eenige kennis draagt van den convergentiestand of de convergentiebeweging. Een dergelijke wederkeerige associatie tusschen beweging en voorstelling vindt men bij alle willekeurige handelingen terug.

De vraag is nu, hoe moet men zich het ontstaan dezer wederkeerige associatie denken? In 't algemeen wijst de waarneming, dat men zich weldra aan een verandering went, die een niet te sterk prisma brengt in de localisatie, er op, dat de associatie tusschen oogspierinnervatie en voorstelling van plaats zich gemakkelijk door de ervaring laat wijzigen. Dit geldt ook voor de convergentie-inner-

vatie. Past men nu den regel van HELMHOLTZ toe, dat de voorstellingen, die door ervaring kunnen worden gewijzigd ook door ervaring zijn verkregen, dan komt men tot het resultaat, dat de associatie tusschen convergentie en afstandsvoorstelling ook door de ervaring moet worden verklaard. Een andere meening is HERING toegedaan, waar hij schrijft: „Dasz schon die Gesichtsempfindungen des Neugeborenen räumliche Eigenschaften haben, deren genauere Unterscheidung derselbe allerdings ebenso erlernen musz, wie er die feineren qualitativen Verschiedenheiten der Empfindung erst allmählich zu erfassen erlernt, dies ist eine Annahme, zu welcher der Physiolog vollkommen berechtigt ist, weil manche Thiere schon unmittelbar nach der Geburt aus Mutterleib oder Ei sichere räumliche Wahrnehmungen machen." Een eind verder schrijft HERING: „Wo die Grenze zwischen Angeborenen und Erworbenem liegt, wissen wir nicht. Aber es scheint unzulässig anzunehmen, dasz die räumlichen Eigenschaften der Empfindung und ihre Localisirung einzig und allein das Product der Erfahrung sind, einerseits, weil viele neugeborene Thiere das Gegentheil direct erweisen, und nicht anzunehmen ist, dasz der neugeborene Mensch sich in dieser Beziehung anders als nur graduell von den Thieren unterscheide; andererseits, weil Gesichtsempfindungen ohne alle räumliche Eigenschaften etwas Unfaszbares sind" en weer verder „Die unwillkürliche und die willkürliche Erfahrung und Einübung haben mitbestimmenden Einflusz auf die materielle Beschaffenheit des nervösen Sehorganes und darum auch auf seine Function und insbesondere auf die Art, wie es auf das Netzhautbild als äuszeren Reiz reagirt".

Ik heb enkele passages uit het werk van HERING over-

genomen, wijl het mij moeilijk viel zijne eenigszins vage opvattingen over het al of niet aangeboren zijn weer te geven.

Door het feit evenwel, dat de associatie tusschen de oogspierinnervatie en de localisatie der waargenomen voorwerpen in de ruimte zich zoo gemakkelijk laat wijzigen niet alleen, maar ook door het resultaat, in onderzoek 3 van het vorige hoofdstuk verkregen, n.l., dat bij monoculaire fixatie van een voorwerp op korten afstand de convergentie steeds afneemt zonder dat de afstandsvoorstelling gewijzigd wordt, is voldoende bewezen, dat de associatie tusschen convergentie en afstandsvoorstelling niet zeer intensief is en dat men dus zonder twijfel de ervaring als de voornaamste factor bij het ontstaan der associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie mag beschouwen.

De afstandsvoorstelling zelve bestaat als het ware uit het samensmelten van een aantal zintuigelijke waarnemingen.

Bij den blinde wordt door tastgewaarwordingen en bewegingen de afstandsvoorstelling verkregen, terwijl bij den ziende hier nog een aantal waarnemingen bijkomen. De waarnemingen met de oogen, die de afstandsvoorstelling helpen opbouwen, moet ik hier thans noemen. Uitsluitend gebonden aan het binoculaire zien zijn het convergentiegevoel (d. w. z. het bewust worden der convergentie) en de binoculaire parallax. Onder dit laatste verstaan we het verschil in netvliesbeeld der beide oogen, dat bij nadering van het fixatievoorwerp steeds toeneemt; hierop berust de werking van den stereoscoop. Andere waarnemingen, die niet aan het binoculaire zien gebonden zijn, en welke tot het verkrijgen eener afstandsvoorstelling medewerken, zijn: de parallax, dat is de schijnbare ver-

schuiving van twee voorwerpen op verschillenden afstand ten opzichte van elkaar bij beweging van het oog of van het hoofd; verder de grootte der netvliesbeelden, het helder of wazig schijnen der gefixeerde voorwerpen; het lineairperspectief; verdeeling van licht en schaduw; het elkaar gedeeltelijk bedekken van verschillende voorwerpen; de schijnbare verplaatsing der voorwerpen bij snelle beweging. Dat deze laatste waarnemingen slechts door de ervaring tot de afstandsvoorstelling kunnen bijdragen, is zonder meer duidelijk.

Gaan we thans na welke factoren, uitgezonderd de convergentie, aanleiding geven tot accommodatie. Hiertoe behooren: ten eerste de neiging tot scherp zien en ten tweede de afstandsvoorstelling. Dat de neiging tot scherp zien van voorwerpen, waarop men zijn aandacht vestigt, de accommodatie kan wijzigen, is met sphaerische glazen gemakkelijk aantoonbaar. Plaatst men bij zien in de verte zwakke negatieve glazen voor de oogen, dan kost het niet de minste moeite deze door accommodatie te overwinnen, ja het is zelfs dikwijls lastiger niet te accommodeeren, zoodat geen scherp zien optreedt. In het eerste onderzoek van het vorige hoofdstuk, waar ik het maximum van divergentie bepaalde bij een maximale accommodatie, kon deze accommodatie slechts door het dragen van negatief sphaerische glazen worden verkregen en was als oorzaak der accommodatie slechts een neiging tot scherp zien denkbaar. Deze neiging tot scherp zien kan men niet als een eenvoudige reflex opvatten. De verstrooiïngscirkels op het netvlies zijn geen physische prikkels, die vermeerdering of vermindering van accommodatie doen ontstaan. Eerst wanneer de aandacht valt op die onscherpe beelden der gefixeerde voorwerpen

en het blijkt, dat door vermeerdering of vermindering der accommodatie de verstrooiingscirkels verdwijnen, treedt wijziging in de accommodatie op, zoodat scherp zien ontstaat. De neiging tot scherp zien zou men dus een psycho-physischen prikkel kunnen noemen. Mag het nu vreemd schijnen, dat een psychische prikkel tot contractie van glad spierweefsel aanleiding geeft, toch zijn hier meerdere voorbeelden van te geven. Het lezen en zien van of het denken aan sommige toestanden kan tot verhoogde hartswerking en verschillende vaatreactie's aanleiding geven. Een ander onwillekeurig physiologisch proces, dat door een psychischen prikkel wordt opgewekt is het z.g. watertanden en het ontstaan van „appetitsaft" bij het zien, het ruiken van, ja zelfs het denken aan een lekker maal.

In de tweede plaats heb ik de afstandsvoorstelling genoemd als oorzaak voor een accommodatie-innervatie. Dat de afstandsvoorstelling een innervatie zou kunnen te weeg brengen van glad spierweefsel zou ik zeker niet durven beweren, indien ik niet meende hiervoor voldoende bewijzen te kunnen leveren. Deze bewijzen zijn:

a. Ik bezit exophorie bij zien in de verte. Er bestaat dus bij binoculair zien in de verte een convergentie-innervatie. Deze convergentie-innervatie is het gevolg van fusieneiging. Er wordt niet geaccommodeerd; er bestaat zelfs geen neiging tot accommodatie. Vervolgens plaats ik voor een der oogen de staafjes van MADDOX en kijk met het andere oog naar letters, geplaatst boven een lichtend punt. Nu tracht ik door willekeurige convergentie, d.w.z. convergentie door afstandsvoorstelling, lichtpunt en roode streep op elkaar te brengen. Dan treden convergentie en

accommodatie volkomen gelijktijdig op en wanneer lichtpunt en lichtstreep elkaar dekken, bestaat reeds een vrij aanzienlijke accommodatie. De convergentie-innervatie is hier het gevolg van afstandsvoorstelling.

Waarom bestaat nu in het tweede geval wel accommodatie? De convergentie was in beide gevallen gelijk. De convergentie-innervatie zou alleen dan in het tweede geval grooter kunnen zijn, wanneer tevens divergentie-innervatie bestond, maar hiervoor is niet de minste reden bij monoculair zien. Alleen de prikkel tot convergentie-innervatie verschilde en dit gaf verschil in accommodatie. De afstandsvoorstelling gaf dus accommodatie-innervatie.

Dit onderzoek dekt zich volkomen met het feit, dat ik bij willekeurig convergent scheelzien steeds eerst de accommodatie zie optreden en dat eerst later diplopie ontstaat.

b. Ook voor personen zonder exophorie is een dergelijke proef gemakkelijk na eenige oefening te doen. Zij plaatsen voor de oogen een convergeerend prismastel bij zien naar een voorwerp op grooten afstand. Zijn de prismata niet te sterk, dan zal geen accommodatie optreden. Nu laat men de prismata voor de oogen en plaatst tevens voor één der oogen de staafjes van Maddox gelijk boven beschreven. Het zal dan blijken, dat door willekeurige convergentie onmogelijk lichtpunt en lichtstreep op elkaar gebracht kunnen worden, zonder dat tevens accommodatie optreedt.

c. Wanneer ik voor beide oogen negatieve glazen plaats van 8 D. en een convergeerend prismastel van 27° pr., dan duurt het 3 tot 10 minuten eer ik deze negatieve glazen kan overwinnen bij zien naar een voorwerp

in de verte. Wanneer ik daarentegen 8 D. accommodeer door zeer fijn schrift op 12.5 cM. afstand te fixeeren, terwijl ik een divergeerend prismastel van 27° pr. draag, dan duurt het slechts enkele oogenblikken voor ik juist accommodeer. Toch was de convergentie in beide gevallen even sterk. Uit de vroeger medegedeelde ruststandbepalingen blijkt ook, dat de convergentie-innervatie in het tweede geval niet sterker is. Slechts verschil in afstand was aanwezig. Hieruit zou men moeten besluiten, dat de afstandsvoorstelling invloed heeft op de accommodatie. Een dergelijk onderzoek verricht met een accommodatie van 7 D. gaf overeenkomstige resultaten.

d. Hetzelfde onderzoek, maar met gewijzigde convergentie deed ik als volgt. Ik plaats weer voor beide oogen de negatieve glazen van 8 D.; het duurt afwisselend 5—10 minuten eer ik hierdoor scherp in de verte kan zien. Na wegname dezer glazen plaats ik voor de oogen negatieve glazen van 4 D. en bekijk zeer fijn schrift op 25 cM. afstand van de oogen, terwijl ik tevens een divergeerend prismastel van 27° draag. Dan zie ik steeds binnen 1 minuut goed scherp. In beide gevallen waren convergentie en accommodatie ongeveer gelijk. Zonder accommodatie is de ruststand bij zien in de verte en bij zien op 25 cM. afstand exophorie (ten opzichte van het parallelisme). In het tweede geval is de convergentie-innervatie dus niet grooter. Wel ziet men, dat bij de accommodatie van 8 D. de ruststand in het eerste geval wat meer convergent is. Ik kan hier nog bijvoegen, dat in het laatste geval vrij veel neiging bestaat tot homonyme diplopie, veel meer dan bij het zien in

de verte. Door eerst even te staren, doet men de homonyme diplopie evenwel spoedig verdwijnen, waarna weldra scherp zien optreedt.

e. Een dergelijk onderzoek heb ik ook nog eens door een ander persoon laten verrichten in eenigszins gewijzigden vorm. Ik gaf deze persoon voor beide oogen glazen van 3 D. en liet toen het fijne schrift lezen op 25 c.M. afstand. Ook hier moest eerst de homonyme diplopie opgeheven worden door even te staren, waarna scherp zien snel optrad. Het schrift kon ook op nog korter afstand scherp gezien worden. Daarna liet ik met negatieve glazen van 7 D. en een convergeerend prismastel van 27.5° in de verte lezen. Toen werd aangegeven, dat er na eenigen tijd een oogenblik scherp gezien werd, waarna direct diplopie optrad. Er kan zeer goed enkelvoudig gezien worden; maar enkelvoudig scherp zien gelukte niet. Ook hier was de convergentie gelijk, de accommodatie evenwel bij het zien in de verte moeilijker. Wel zijn hier foutieve waarnemingen mogelijk, daar iemand, niet gewend met accommodatie- en convergentieproeven, spoedig vermoeid geraakt.

Ik meen in verband met de voor mijne eigene oogen verkregen resultaten te hebben vastgesteld, dat afstandsvoorstelling een accommodatie-innervatie kan veroorzaken. In dit opzicht lijkt de accommodatie dus op een willekeurige beweging. Wanneer ik nu met gesloten oogen willekeurig convergeer door mij voor te stellen een dichtbij gelegen punt waarheen ik wil kijken, dan is de stand der oogen mij bewust; de accommodatie, die eveneens optreedt, wordt mij evenwel niet bewust. Dit komt overeen met het feit, dat de accommodatie ons

geen afstandsvoorstelling geeft. Ik wil hier thans enkele onderzoekingen over dit onderwerp mededeelen.

Wundt (1862) en Arrer (1896) keken monoculair door een buis van 80 m.M. lengte naar verticale draden van 0.22 m.M. dikte. Deze draden werden achtereenvolgens op verschillende afstanden van het oog gehangen. Aldus werd door de waarnemers wel degelijk verschil in afstand opgemerkt. Evenwel spelen de schijnbare dikte van den draad en de helderheid er van hierbij een rol. Hillebrand (1894) kwam dan ook tot geheel andere resultaten. Hij beschouwde monoculair de randen van zwarte stukken bordpapier tegen een achtergrond van matglas. De grootste afstand, dien hij beschouwde, was 1 Meter.

Hij kreeg hierbij de volgende resultaten: Wanneer het fixatievoorwerp langzaam wordt verplaatst, zoodat de accommodatie het kan volgen, dan is het onmogelijk zich rekenschap te geven van de verplaatsing, tenzij bij uiterste accommodatie inspanning. Wanneer daarentegen een tweede voorwerp plotseling het eerste vervangt, krijgt de waarnemer den indruk, dat het eene voorwerp dichterbij of verderaf is geplaatst.

Bourdon bediende zich van twee lichtpunten, waarvan het eene op 1 à 2 M. afstand en het andere op ongeveer 20 M. afstand zich bevond. De lichtpunten waren zoo geregeld, dat de grootte en lichtintensiteit voor den waarnemer gelijk schenen. Door ieder van een tiental personen werd de plaats der lichtpunten ten opzichte van elkaar nu en dan verkeerd aangegeven. Het hoofd moet natuurlijk volkomen stil worden gehouden. Wanneer de lichtpunten na elkaar zichtbaar zijn, wordt het tweede meestal dichterbij waargenomen, doordat de lichtintensiteit na

het volkomen donker grooter schijnt. Bij de proeven met opeenvolgende lichtpunten, zoowel als met gelijktijdige lichtpunten heeft BOURDON geconstateerd, dat het onmolijk is den juisten afstand bij monoculair zien te schatten, zoodat hij schrijft: „On peut d'ailleurs se demander s'il existe des sensations d'accommodation, et si celles qu'on croit quelquefois constater ne sont pas en réalité des sensations de convergence. Pour moi, je n'ai, d'une façon certaine, constaté de telles sensations qu'en faisant des efforts d'accommodation considérables; j'éprouvais alors une tension vaguement pénible dans l'oeil".

Ook deed BOURDON nog een aantal proeven om monoculair den afstand van een lichtende cirkel in het donker te schatten; ook hierbij bleek de accommodatie geen beteekenis te hebben.

Deze resultaten maken het moeilijk de accommodatie als een gewone willekeurige beweging op te vatten. Daar de accommodatie ons niet bewust wordt en dus van een doseering van accommodatie ook geen sprake is, kan men haar slechts als een onwillekeurig gevolg der afstandsvoorstelling verklaren. Het is dus gebleken, dat afstandsvoorstelling wel accommodatie kan geven, maar omgekeerd de accommodatie geen afstandsvoorstelling, daar ze ons niet bewust wordt. Dit eenigszins vreemde feit wil ik thans trachten door een hypothese toe te lichten.

Wanneer we gewoon zijn in het dagelijksch leven de voorwerpen binoculair waar te nemen, dan gaat iedere accommodatie niet alleen gepaard met een bepaalden convergentie-toestand, maar ook met een zeer bepaalde afstandsvoorstelling. Deze afstandsvoorstelling is opgebouwd uit de waarneming van een groot aantal centri-

petale prikkels, waartoe het convergentiegevoel en vele andere behooren. Is nu oorspronkelijk de neiging tot scherp zien de eenige prikkel tot accommodatie, dan ziet men dat deze prikkel steeds samengaat met een aantal andere prikkels als convergentiegevoel enz. Het gevolg hiervan is, dat die laatste prikkels langzamerhand reflectorisch, zonder dat neiging tot scherp zien optreedt, aanleiding tot accommodatie geven. Op een overeenkomstige wijze denk ik mij het vroeger reeds genoemde watertanden bij het zien van voedsel te zijn ontstaan. Oorspronkelijk is de aanraking van het voedsel met het slijmvlies der spijsverteringswegen de adequate prikkel voor de secretie der verteringsvochten; deze prikkel gaat evenwel steeds met het zien van het voedsel gepaard en zoo kan langzamerhand het zien alleen reeds de secretie aanzetten. Staat het nu vast dat de afstandsvoorstelling, die dan bestaat uit de waarneming of uit het herinneringsbeeld dier waarneming van een aantal centripetale prikkels, zoowel convergentie als accommodatie kan veroorzaken, dan is hiermede ook een oorzaak gegeven voor de associatie tusschen convergentie en accommodatie.

Als tweede mogelijkheid voor het optreden der associatie noemde ik, dat de convergentie de accommodatie veroorzaakt, dat dus de convergentie een prikkel geeft tot accommodatie. Hoewel men hier een geheel anderen samenhang zou verwachten, dan bij de eerst beschreven mogelijkheid, zal ons evenwel bij een nadere beschouwing blijken, dat deze zich geheel bij het voorgaande aansluit.

Het convergentiegevoel, d. w. z. het bewust worden der convergentie, is een onderdeel der afstandsvoorstelling en gaat dus ook steeds met een afgepaste

accommodatie gepaard. Zoodoende wordt dan ook het convergentiegevoel de oorzaak van accommodatie. Dat het convergentiegevoel niet de eenige factor is, die accommodatie veroorzaakt, blijkt wel voldoende uit het feit, dat niet te sterke convergeerende prismata zeer gemakkelijk worden overwonnen, terwijl bij willekeurige convergentie direct accommodatie optreedt. Plaatst men bij zien in de verte convergeerende prismata voor de oogen, dan brengt men dus een andere verhouding tusschen convergentiegevoel en accommodatie-innervatie tot stand en werkelijk is ook na wegname dier prismata zeer gemakkelijk aantoonbaar, dat de associatie tusschen convergentie en accommodatie kunstmatig gewijzigd is.[1]) Een dergelijke wijziging kan men tot stand brengen door het dragen van negatieve glazen en ook hierbij is de nieuwe associatie tusschen accommodatie en convergentie niet direct opgeheven na wegname dier glazen. Hier hebben we evenwel de associatie tusschen de geheele afstandsvoorstelling en de accommodatie gewijzigd. Volkomen hiermede te vergelijken zijn de hypermetropen, bij wie, zooals bekend, de associatie tusschen accommodatie en convergentie anders is dan bij de emmetropen. Draagt men daarentegen positieve glazen van eenige sterkte voor beide oogen, dan zal in 't geheel niet behoeven te worden geaccommodeerd en zou de associatie van accommodatie en convergentie dus veel minder intensief moeten worden. De myopen, die hiermede te vergelijken zijn, vertoonen ook inderdaad een veel minder intensieve associatie tusschen accommodatie en convergentie, dan de emmetropen en hypermetropen.

---

[1]) Vergl. de vroeger beschreven proef van KOSTER.

Als derde mogelijkheid voor het optreden der associatie van accommodatie en convergentie noemde ik, dat de accommodatie de oorzaak der convergentie zou zijn. Waar de accommodatie ons niet bewust wordt, zou dan van de accommodatie een niet waarneembare prikkel uitgaan, die de convergentie-innervatie teweeg bracht. Hoewel we allen weten, dat bij monoculair zien in de verte door negatieve glazen tevens convergentie optreedt, wat met de staafjes van MADDOX zeer gemakkelijk aantoonbaar is, lijkt mij toch het meest waarschijnlijk, dat niet de accommodatie de convergentie veroorzaakt, maar wel daarentegen de convergentie te hulp komt om de accommodatie te vergemakkelijken. Is eenmaal de juiste accommodatie bereikt, dan wordt deze door de neiging tot scherp zien voldoende vastgehouden en zien we, zooals uit onderzoek 2 en 3 van het vorige hoofdstuk blijkt, de convergentie weer afnemen. Nog een ander, zeer krachtig argument voor deze meening ligt in de resultaten van onderzoek 2 en 3 van het vorige hoofdstuk opgesloten. Wil ik 8 D. accommodeeren, dan kan dit geschieden door het fixatieobject op 12.5 cM. afstand voor de oogen te plaatsen, maar ook door negatieve glazen van 8 D. voor de oogen te zetten. Meten we in beide gevallen den ruststand, dan zien we de eerste oogenblikken bij accommodatie door negatieve glazen meer convergentie dan bij accommodatie door dichterbij plaatsen van het voorwerp. Hoe is dit te verklaren? De accommodatie is in beide gevallen volkomen gelijk. De meerdere convergentie kan dus niet het gevolg zijn van meerdere accommodatie-innervatie. In het geval, waar het voorwerp op 12.5 cM. afstand staat, zou men tengevolge der afstandsvoorstelling meer convergentie

verwachten; het tegendeel is evenwel waar. Maar wel is de accommodatie bij zien door negatieve glazen in de verte moeilijker, omdat de afstandsvoorstelling dan geen accommodatie-innervatie geeft. Komt de convergentie nu te hulp, dan is in dit geval sterker convergentie-innervatie noodig om voldoende accommodatie te verkrijgen, dan daar, waar ook de afstandsvoorstelling tot de accommodatie medewerkt en is zoodoende dus de sterkere convergentie volkomen verklaard. In verband met mijne opvatting wil ik hier even mededeelen wat ik eens heb waargenomen bij een vrouw, die sinds jaren één oog miste. Bij haar was natuurlijk de associatie tusschen accommodatie en convergentie zeer slecht ontwikkeld. Hield ik nu voor haar behouden oog een negatief sphaerisch glas van meer dan 2 D. dan kon ze dit niet meer door accommodatie overwinnen. Bracht ik daarentegen fijn drukschrift tot 20 c.M. voor de oogen, dan werd dit nog uitstekend gelezen. Het lijkt mij van belang deze toevallige waarneming, die indertijd voor mij geen waarde had, bij andere personen, die sedert geruimen tijd slechts één oog tot hun beschikking hebben, te controleeren.

Ik ben dus tot de volgende resultaten gekomen:

1°. De associatie tusschen accommodatie en convergentie is een gevolg der ervaring.

2°. De afstandsvoorstelling, hetzij als direct gevolg van zintuigelijke waarnemingen, hetzij als herinneringsbeeld van vroegere zintuigelijke waarnemingen, kan zoowel een convergentie-innervatie als een accommodatie-innervatie veroorzaken.

3°. Het bewust worden der convergentie-innervatie, het z. g. convergentiegevoel kan een accommodatie-innervatie veroorzaken.

4°. Bij het accommodeeren kan een convergentie-innervatie optreden, omdat de ervaring geleerd heeft, dat aldus de accommodatie gemakkelijker geschiedt.

5°. Dat de afstandsvoorstelling, opgebouwd uit de waarneming van een aantal centripetale prikkels, waaronder ook het convergentiegevoel, een accommodatie-innervatie geeft, is een gevolg der ervaring in dien zin, dat, terwijl in het dagelijksch leven bovengenoemde centripetale prikkels steeds met een accommodatie-innervatie gepaard gaan, deze prikkels langzamerhand reflectorisch de oorzaak der accommodatie-innervatie worden.

In het eerste hoofdstuk heb ik beweerd, dat de kennis van de associatie tusschen accommodatie en convergentie noodzakelijk was om de theorie van DONDERS omtrent de aetiologie van den strabismus convergens en den strabismus divergens goed te leeren begrijpen.

Het resultaat, waartoe ik gekomen ben, n.l. dat de associatie tusschen accommodatie en convergentie een gevolg der gewoonte is, leidt er onmiddellijk toe om de theorie van DONDERS te bestrijden. Evenwel liggen aan DONDERS' theorie onloochenbare feiten ten grondslag, waarom een verder onderzoek noodig is.

In de volgende drie hoofdstukken zal ik nu allereerst den invloed der refractie-anomalieën op den stand der oogen bestudeeren om met behulp daarvan de thans reeds verkregen resultaten aan te vullen en met de nieuwe gegevens in verband te brengen.

ZESDE HOOFDSTUK.

De orthophorie en heterophorie bij emmetropen en ametropen volgens verschillende schrijvers.

In het eerste hoofdstuk was ik in de gelegenheid mede te deelen, dat de aanleiding tot het schrijven dezer dissertatie is geweest de bekende theorie van DONDERS, volgens welke de refractie-anomalieën grooten invloed hebben op het ontstaan van strabismus en wel in dien zin, dat hypermetropie de oorzaak zou zijn van strabismus convergens, terwijl myopie meestal de aanleiding tot het ontstaan van strabismus divergens zou wezen. Tevens wees ik er op, dat in den loop der jaren tegen deze theorie vaak bezwaren zijn gerezen en dat men tegenwoordig vrij algemeen aanneemt, dat een slecht ontwikkeld binoculair zien de voornaamste factor is in de aetiologie van den strabismus. Hoewel deze meening vooral door CL. WORTH en BIELSCHOWSKY is uitgewerkt kunnen we toch reeds bij STILLING een dergelijke gedachte terug vinden, wanneer hij spreekt over een strijd tusschen ruststand en binoculair zien en waar hij zegt, dat de meeste hypermetropen zoowel als myopen geen strabismus krijgen, daar de neiging tot binoculaire fixatie bij hen te groot is. Het blijft althans zeer goed mogelijk, dat de refractie-anomalie meestentijds zal bepalen of we

met een strabismus convergens of divergens te doen zullen hebben.

Het mag nu een gelukkige gedachte van STILLING heeten om bij emmetropen en ametropen den stand der oogen te bepalen na opheffing der fusieneiging. Uit een beschouwing der dan verkregen resultaten kan ons eventueel de invloed van hypermetropie en myopie op den stand der oogen blijken. Ik heb daarom de resultaten van ruststandbepalingen, gedaan door STILLING en andere schrijvers, uit de litteratuur verzameld en ze in drie groepen gerangschikt, n.l.:

I. Ruststandbepalingen bij Emmetropen.
II. Ruststandbepalingen bij Hypermetropen.
III. Ruststandbepalingen bij Myopen.

Over het algemeen ben ik niet gelukkig geweest bij mijn zoeken naar de resultaten van andere schrijvers, daar deze zich meestal tot algemeene uitspraken beperken en slechts weinig cijfers ter beoordeeling gegeven hebben. Zoo vertelt STEVENS ergens, dat esophorie driemaal meer voorkomt dan exophorie. Daar hij op theoretische gronden het verband tusschen refractieanomalie en heterophorie ontkent, spreekt hij hier ook niet verder over. Wat voor materiaal STEVENS gebruikt heeft, of hij meer uitsluitend neuropathici onderzocht, of er vele hypermetropen onder waren, niets wordt ons hierbij medegedeeld. Het is dus bijna onmogelijk na te gaan, hoe STEVENS aan dit buitengewoon hooge frequentiecijfer van de esophorie komt. Wel had STEVENS de gewoonte, de myopie te corrigeeren, de hypermetropie daarentegen niet. Misschien heeft deze wijze van handelen eenigen invloed op zijn resultaat gehad.

Heterophorie bij Emmetropie.

Ook Stilling vond veel meer esophorie dan exophorie en daar we eerst de heterophorie bij de emmetropie willen nagaan, zal ik hier enkele getallen noemen, welke door hem hieromtrent gegeven zijn. Onder de 57 leerlingen van een seminarium door hem onderzocht, waren 27 emmetropen; hieronder waren 23 met esophorie, 2 met exophorie en 2 met orthophorie. Later vertelt hij nog eens van 86 hypermetropen en emmetropen, waarvan 68 met esophorie. Dit vreemde resultaat kan dan ook verklaard worden door de onjuiste wijze, waarop Stilling zijn onderzoek verrichtte en waarover reeds vroeger gesproken is. De moeilijkheid van een juiste waarneming maakt zijn methode al weinig aantrekkelijk; verder is het de vraag, of doktoren en studenten, die vaak weten welke resultaten verwacht worden, wel de meest gewenschte personen voor onderzoek zijn. Maar het onbegrijpelijkst is het gebruik, dat Stilling bij zijn methode vaak van een prisma maakt. Met basis ongeveer horizontaal wordt het prisma zoo gezet, dat de beide dubbelbeelden loodrecht boven elkaar gezien worden. Het is dan ieder duidelijk dat zoodoende meteen de exophorie of esophorie door het prisma gecorrigeerd wordt; nu bedekt hij een oog, laat het weer vrij en gaat na of dan homonyme of heteronyme dubbelbeelden worden waargenomen om dan hier uit tot esophorie of exophorie te besluiten. Men meet echter niets anders dan het verschil tusschen de afwijking, gevonden bij onderzoekmethode met het prisma van von Graefe en de afwijking, gevonden bij de onderzoekmethode door exclusie van een oog. Geeft nu de methode met exclusie van een oog meer conver-

gentie of minder divergentie, dan besluit STILLING in beide gevallen tot esophorie; geeft de exclusiemethode daarentegen meer divergentie of minder convergentie, dan meent STILLING, dat exophorie aanwezig is.

Volgens BERRY en MADDOX zijn aanzienlijke afwijkingen van het parallelisme niet frequent. Absoluut parallelisme evenwel troffen ze zelden aan. BERRY vindt niet vaak een afwijking, die grooter is dan $^1/_5$ meterhoek ($= \pm 1.5°$ pr). Exophorie komt meer voor dan esophorie. Ook in een klein aantal gevallen, waar hoogere graden van heterophorie gevonden waren, trof BERRY vaker exophorie dan esophorie aan. Het is zeer jammer, dat BERRY, die een groot aantal personen onderzocht heeft, geen getallen geeft omtrent de frequentie van de verschillende vormen van heterophorie.

STRAUB en WIERS onderzochten 24 emmetropen; hierbij vonden ze 9 met exophorie, 3 met esophorie en 12 met orthophorie voor zien in de verte. WIERS voegt er evenwel bij, dat 2 der onderzochten met esophorie geen binoculair zien hadden met het toestel van HERING. Waarom bij emmetropie en slecht binoculair zien esophorie zou optreden, verklaart WIERS verder niet.

Het is duidelijk, dat het aantal onderzochte personen te gering is om besliste gevolgtrekkingen te maken. Bovendien werden te veel gevallen met orthophorie gevonden, want, hoeveel waarde het onderzoek met het spiegeltje als objectieve methode ook mag hebben, kleinere afwijkingen zijn er niet mede waar te nemen. De exophorie bij emmetropen door STRAUB en WIERS gevonden was meestal gering.

Ook bij BIELSCHOWSKY heb ik het een en ander over de frequentie der verschillende vormen van heterophorie

bij emmetropie en geringe graden van hypermetropie gevonden. Dit onderzoek was echter verricht om uit te maken in hoeverre de heterophorie nerveus lijden kan veroorzaken. Orthophorie vindt hij even zeldzaam als volkomen emmetropie. Meestal vond hij geringe graden van exophorie en esophorie en van beiden ongeveer evenveel. Bij de hoogere graden van heterophorie (meer dan 2°) kwam hij tot een eigenaardig resultaat. Hij vond bij normale, gezonde, meest jonge menschen (soldaten) meer esophorie en wel $^{22}/_{14}$.

Bij de neuropathici, waaronder velen boven de 30 jaren vond hij bij de hoogere graden van heterophorie meer exophorie en wel $^{20}/_{11}$. Wat is hiervan de oorzaak? Wel nam Bielschowsky ook geringe graden van hypermetropie, maar bij de neuropathici kwamen minstens zooveel hypermetropen voor als bij de gezonde menschen.

Bielschowsky zelf schrijft het aan den leeftijd toe en meent, dat de jeugdige leeftijd (meesten beneden 25 jaren) de oorzaak is van het groot aantal met esophorie. Dit is zonder meer geenszins een bevredigende verklaring. Het is echter best mogelijk, dat we bij jonge krachtige mannen meer persistentie van den gewoonlijk bestaanden convergentietonus hebben, die bij oudere vaak neuropathische personen ontbreekt. Bovendien was er misschien in de laatste groep al een aantal presbyopen, die bij het werk op korten afstand een bril gebruikend, zelden meer accommodeerden en aldus geen impuls tot convergentie kregen. In dit geval staan de presbyopen dan gelijk met de myopen.

Ten slotte vond ik nog eenige cijfers bij Marx. (Door de lastige drukfouten is dit stukje haast niet te begrijpen). Hij onderzocht gezonde, niet vermoeide soldaten, bino-

culair ziend, met normale gezichtsscherpte en emmetroop. Hij vond dan bij het zien naar een voorwerp op 5 Meter afstand:

54 % exophorie van 1° en minder.
26 % esophorie „ 1° „ „
12 % orthophorie.
4 % exophorie > 1°
3 % esophorie > 1°

In 't kort recapituleerend vinden dus bij emmetropie Stevens en Stilling meer esophorie; Berry, Maddox, Straub, Wiers en Marx meer exophorie; terwijl Bielschowsky evenveel esophorie als exophorie heeft aangetroffen.

Heterophorie bij Hypermetropie.

Wanneer we thans gaan spreken over de heterophorie bij de hypermetropie, dan beschouwen we hier de ruststanden, welke gevonden worden zonder correctie der bestaande refractie-afwijking. Dit is allereerst noodig, omdat alle hier te bespreken onderzoekers het aldus gedaan hebben en verder, daar slechts langs dezen weg uit te maken is of er werkelijk een invloed op den ruststand van de refractieanomalie uitgaat (pseudo-heterophorie volgens Cl. Worth) of dat Stevens gelijk heeft, die elken invloed der anomalie op den stand der oogen ontkent.

Evenwel blijkt nergens in Stevens' werken, dat hij hier ooit ernstig naar gezocht heeft. Een der eersten, die wel zijn aandacht hieraan schonk, was Stilling. Hij vond bij de hypermetropen meestal esophorie, maar ook een enkele maal exophorie. Volgens zijne meening heeft de refractie wel degelijk invloed, maar is dit niet de eenige factor, die den stand der oogen bepaalt. Hiervoor

noemt hij nog den toestand der spieren en andere onbekende oorzaken. Jammer, dat door de verkeerde methode van onderzoek, die soms door STILLING werd toegepast, zijn resultaten zoo weinig betrouwbaar zijn. Hij noemt nog 16 hypermetrope leerlingen van een seminarium, die allen een esophorie hadden.

BERRY, wiens onderzoek meer vertrouwen schenkt, zegt, dat parallelisme (orthophorie) bij hypermetropie minder frequent voorkomt dan bij emmetropie en dat latente convergentie (esophorie) vaker gevonden wordt dan latende divergentie (exophorie). Verder voegt hij er nog bij, dat de grootte der esophorie in meterhoeken (volgens NAGEL) zelden meer is dan de hypermetropie in dioptrieën.

Bij MADDOX heb ik niet meer gevonden, dan de zeer algemeene uitspraak, dat hij bij ametropie meer esophorie vindt dan bij emmetropie.

Geheel andere resultaten verkregen STRAUB en WIERS. Zij maakten groot verschil tusschen hen, die wel en hen, die geen goed binoculair zien hadden. WIERS zegt, dat men bij hypermetropie en astigmatismus hypermetropicus ongeveer dezelfde resultaten krijgt. Ook wanneer één oog emmetroop is, vindt hij den ruststand in den zin der hypermetropen. STRAUB en WIERS hadden dan bij 40 gevallen van H. of As. H. en goed binoculair zien 13 met exophorie, 11 met esophorie en 16 met orthophorie. Onder de 33 gevallen met H. en As H. zonder goed binoculair zien vonden ze 3 met exophorie, 23 met esophorie en 7 met orthophorie. Het binoculair zien werd bepaald door de valproef van HERING.

De conclusie van WIERS is, dat er bij H. en As. H. meestal exophorie of orthophorie bestaat, tenminste zoolang goed binoculair zien voorhanden is. Onder de H.

met goed binoculair zien en esophorie was nog een drietal, wier binoculair zien wel wat te wenschen overliet (of er bij de gevallen met exophorie ook waren met zwak binoculair zien, wordt niet gemeld). Is er geen of zeer slecht binoculair zien, dan is vaker esophorie aanwezig.

Alles saamgenomen zijn de onderzoekers, behalve Stevens, het er over eens, dat hypermetropie wel degelijk invloed heeft op den ruststand, doordat er meer neiging tot convergentie is; alleen Straub en Wiers meenen, dat bij goed binoculair zien deze invloed zich niet of veel minder doet gelden.

Heterophorie bij myopie.

Bij de myopie zijn de meeningen, wanneer we die van Stevens buiten beschouwing laten, iets meer uiteenloopend. Stilling nam bij de M. meest exophorie waar, maar trof toch ook nog al eens convergentie aan. Onder de seminarium leerlingen waren 10 myopen, waarvan twee met esophorie en 1 met exophorie. Verder onderzocht hij 40 studenten, waaronder 16 myopen, waarvan 9 met exophorie; 22 klinische patienten met myopie, waarvan 14 met exophorie en 65 myopen te Straatsburg, waarvan 41 met exophorie. Berry daarentegen trof onder de myopen evenveel esophorie als exophorie aan; de exophorie was evenwel meestal sterker.

Voor de exophorie in meterhoeken uitgedrukt, vindt hij zelden hooger waarde dan voor de myopie uitgedrukt in dioptrieën, en wanneer dit voorkwam, dan toch slechts bij de geringere graden van myopie. Orthophorie komt volgens hem minder voor dan bij emmetropie. Zooals we vroeger reeds opmerkten, vond Maddox bij ametropie meer esophorie, zonder de H. en M. afzonderlijk te

noemen. Wel lezen we ergens, dat een deficit aan tonische convergentie bij M. vaak voorkomt. Een nauwkeuriger opgave vinden we wederom in de dissertatie van WIERS. Ook hier worden bij M. en As. M. dezelfde resultaten gevonden, terwijl ook M. van één oog een overeenkomstigen uitslag geeft. STRAUB en WIERS onderzochten 45 M. en As. M. met goed binoculair zien, waarvan 23 met exophorie, 2 met esophorie en 20 met orthophorie. Onder de 15 M. en As. M. zonder goed binoculair zien waren 9 met exophorie, 2 met esophorie en 4 met orthophorie. Bij M. vonden ze dus, onverschillig of er goed binoculair zien bestond of niet, meestal exophorie. WIERS beweert, dat het groot aantal met orthophorie schijnbaar is en hierdoor veroorzaakt wordt, dat de myopen met hun slechte gezichtsscherpte het aangewezen voorwerp niet fixeeren. Hoe dit ook zij, toch mag men m.i. hier niet, gelijk WIERS, het grootste gewicht hechten aan de resultaten verkregen bij fixatie op korten afstand. Bij de meeste menschen krijgen we bij zien op korten afstand een toename van exophorie of een vermindering van esophorie. Hoeveel te eerder zal dit bij de myopen het geval zijn, waar de accommodatie geen prikkel tot convergentie kan geven.

STRAUB en WIERS vinden dus over het algemeen bij M. exophorie. STILLING vindt al wat meer esophorie; terwijl BERRY evenveel esophorie als exophorie heeft aangetroffen, al is de exophorie dan ook soms van wat sterker graad.

ZEVENDE HOOFDSTUK.

Onderzoek naar orthophorie en heterophorie bij emmetropie en refractie-anomalieën.

Dat met de gebruikelijke methoden der ruststand-bepaling niet de anatomische ruststand wordt gemeten, hebben we in het tweede hoofdstuk reeds aangeduid en zal in het achtste hoofdstuk nog nader worden uiteengezet. We weten ook, dat bij opheffing van het binoculair zien de ruststand langzamerhand verandert; de „Ausgleichsinnervation" van Bielschowsky doet zich nog geruimen tijd gelden.

Willen we den ruststand bij refractieanomalieën meten, dan staan we voor de vraag of we bij het onderzoek de anomalie moeten corrigeeren of niet. Bestond er één innervatie-centrum voor convergentie en accommodatie, dan was het duidelijk, dat we de refractie-anomalie moesten corrigeeren om een begrip te krijgen van den anatomischen ruststand. In dit geval zou bij onderzoek voor zien in de verte een correctie der hypermetropie noodzakelijk zijn, een correctie der myopie slechts wenschelijk, daar dit den acies visus verbetert. Bij zien op korten afstand moesten we dan bij ongecorrigeerde myopie te veel exophorie, bij ongecorrigeerde hypermetropie te veel esophorie vinden.

Nemen we echter, gelijk in het vorige hoofdstuk waarschijnlijk is gemaakt, een associatie aan tusschen de

convergentie-innervatie en de accommodatie-innervatie, die zich door de gewoonte heeft ontwikkeld, dan is de zaak eenigszins anders. Voor zien in de verte is bij myopie ook hier een correctie wenschelijk. Bij hypermetropie zou men misschien een correctie overbodig achten, maar hinderen kan het niet. Waarom ik meen, dat ongecorrigeerde hypermetropie toch meer esophorie geeft, zal later blijken. Een onderzoek op korten afstand doen we nooit om den anatomischen ruststand te leeren kennen, maar om den invloed der accommodatie te bestudeeren. Wegens de gecompliceerde verhoudingen zal ik hierover thans niet spreken. In ieder geval staat vast, dat voor het kennen van den anatomischen ruststand steeds een correctie der refractie-anomalie wenschelijk is.

We mogen echter aannemen, zooals in het achtste hoofdstuk zal blijken, dat bij goed binoculair ziende personen de anatomische ruststand steeds divergent is. Van veel meer belang lijkt het mij den ruststand te weten van ongecorrigeerde refractie-anomalieën, daar dit ons misschien eenige opheldering kan geven voor de vraag of myopie voor strabismus divergens en hypermetropie voor strabismus convergens disponeert, wanneer het binoculair zien onvoldoende is. Bij zien in de verte kan de myopie dan toch zonder bezwaar worden gecorrigeerd, mits we slechts voor goed gecentreerde glazen zorg dragen. Verder hebben we te waken tegen overcorrectie. Om dit te voorkomen raad ik aan de myopie niet volkomen te corrigeeren.

Na deze bespreking over de correctie der refractie-anomalieën laat ik hier de resultaten van het onderzoek volgen:

Heterophorie bij emmetropie, myopie, en hypermetropie.

Zooals we in het vijfde hoofdstuk gezien hebben, berust het samengaan van accommodatie en convergentie hoogstwaarschijnlijk niet op een aangeboren synergie. Het kan ons daarom belang inboezemen of desniettegenstaande de refractie-anomalieën toch hun invloed op den ruststand doen gelden. Daar hierover in vele opzichten de meeningen uiteenloopen, heb ik zelf bij 93 emmetropen, 80 myopen en 69 hypermetropen den ruststand bepaald. Tot emmetropen rekende ik hen, die in geen der meridianen van het oog meer dan 0.5 dioptrie afwijking bezaten. Tot de myopen behooren zij, die in een of meer meridianen van het oog een myopie grooter dan 0.5 D. vertoonen, hieronder bevinden zich dus ook gevallen met myopisch astigmatisme. Onder de hypermetropen nam ik hen op, die in een of meer meridianen van het oog een hypermetropie grooter dan 0.5 D. bezaten, hiertoe behooren dus ook de hypermetropisch astigmaten.

Voor de ruststandbepaling werd bijna steeds het toestel van Meyrowitz gebruikt.

Bij het onderzoek der emmetropen verkreeg ik het volgende resultaat:

Orthophorie 7 gevallen.

	Aantal gevallen.		Aantal gevallen.
esophorie	$\frac{1}{8}°$ pr.: 1	esophorie	$2\frac{1}{4}°$ pr.: 2
„	$\frac{1}{4}°$ pr.: 2	„	$2\frac{1}{2}°$ pr.: 3
„	$\frac{1}{2}°$ pr.: 4	„	3° pr.: 3
„	$\frac{3}{4}°$ pr.: 3	„	4° pr.: 2
„	1° pr.: 10	„	5° pr.: 1
„	$1\frac{1}{4}°$ pr.: 2	„	6° pr.: 2
„	$1\frac{1}{2}°$ pr.: 3	„	7° pr.: 1
„	$1\frac{3}{4}°$ pr.: 2	„	8° pr.: 1
„	2° pr.: 5	„	$14\frac{1}{2}°$ pr.: 1

		Aantal gevallen.			Aantal gevallen.
exophorie	$1/4°$ pr.:	1	exophorie	3° pr.:	1
„	$1/2°$ pr.:	2	„	$3\,1/2°$ pr.:	2
„	$3/4°$ pr.:	3	„	$4\,1/4°$ pr.:	1
„	1° pr.:	11	„	5° pr.:	1
„	$1\,1/2°$ pr.:	1	„	$5\,1/2°$ pr.:	1
„	$1\,3/4°$ pr.:	1	„	7° pr.:	1
„	2° pr.:	7	„	$9\,1/2°$ pr.:	1
„	$2\,1/2°$ pr.:	1	„	16° pr.:	1
„	$2\,3/4°$ pr.:	1	„	18° pr.:	1

Daar de ruststand vaak schommelt, is deze meestal niet op $1/4°$ pr. of $1/2°$ pr. nauwkeurig te bepalen. In dat geval heb ik geheele getallen genomen. Hierom en om het overzicht te vergemakkelijken heb ik het resultaat op de volgende wijze saamgevat:

Orthophorie en heterophorie $<$ 1° pr.: 23 gevallen.

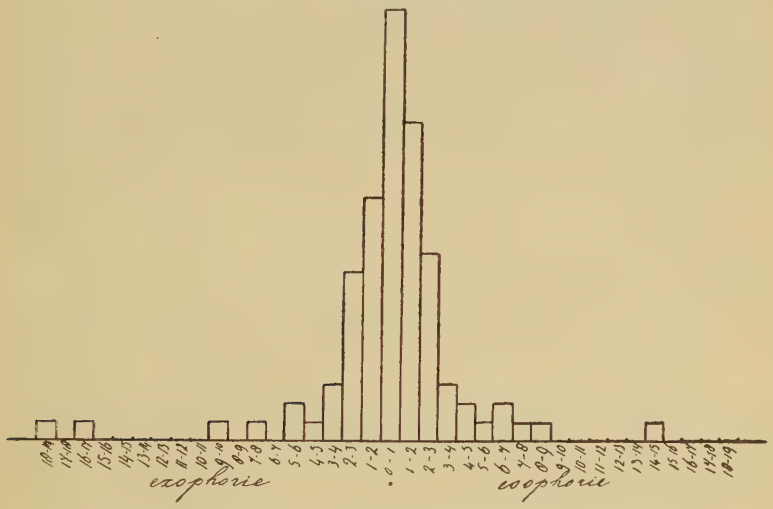
				Aantal gevallen.
esophorie $<$	2° pr.	en niet $<$	1° pr.:	17
„ $<$	3° pr.	„ „ $<$	2° pr.:	10
„ $<$	4° pr.	„ „ $<$	3° pr.:	3
„ $<$	5° pr.	„ „ $<$	4° pr.:	2
„ $<$	6° pr.	„ „ $<$	5° pr.:	1
„	6° pr.		:	2
„	7° pr.		:	1
„	8° pr.		:	1
„	$14\,1/2°$ pr.		:	1
				38

				Aantal gevallen.
exophorie $<$	2° pr.	en niet $<$	1° pr.:	13
„ $<$	3° pr.	„ „ $<$	2° pr.:	9
„ $<$	4° pr.	„ „ $<$	3° pr.:	3
„ $<$	5° pr.	„ „ $<$	4° pr.:	1
„ $<$	6° pr.	„ „ $<$	5° pr.:	2
„	7° pr.		:	1
„	$9\,1/2°$ pr.		:	1
„	16° pr.		:	1
„	18° pr.		:	1
				32

Het resultaat leert ons, dat bij emmetropen groote neiging bestaat tot orthophorie, hoewel volkomen orthophorie zelden voorkomt.

Ik heb een paar gevallen meer met esophorie gevonden dan met exophorie. Over het algemeen wordt dit verschil veroorzaakt door de lichtste graden van esophorie. Bij

Fig. 16.
Ruststand der emmetropen (uitgedrukt in prismagraden).



Graphische voorstelling om de groote neiging tot orthophorie bij de emmetrope oogen aan te toonen.
De hoogte der zuiltjes geeft het aantal gevallen aan.

de sterkste graden van heterophorie vindt men van beiden ongeveer evenveel.

Deze resultaten komen het meest met die van Bielschowsky overeen. Dat Straub en Wiers meer exophorie vonden, laat zich ook volkomen goed verklaren. In de eerste plaats zijn met het spiegeltje van Straub geringe graden van heterophorie niet aan te toonen en ten tweede wordt bij het beurtelings bedekken

der oogen de convergentietonus meer losgelaten, gelijk vroeger reeds is medegedeeld.

Ook door mij werd van de 93 emmetropen 92 maal de ruststand ook met het spiegeltje van STRAUB bepaald. Hiermede vond ik: 58 × orthophorie; 20 × exophorie; 14 × esophorie; dus ook meer exophorie dan esophorie, terwijl natuurlijk het aantal gevallen met orthophorie veel te groot is.

Bij de 69 hypermetropen en hypermetropisch astigmaten kreeg ik met het toestel van MEYROWITZ de volgende resultaten:

a. Zonder correctie der refractie-anomalie.

Orthophorie: 5 gevallen.

	Aantal gevallen.		Aantal gevallen.
esophorie	$\frac{1}{2}°$ pr.: 2	esophorie	$3\frac{3}{4}°$ pr.: 1
„	$\frac{3}{4}°$ pr.: 2	„	4° pr.: 2
„	1° pr.: 7	„	$4\frac{1}{2}°$ pr.: 2
„	$1\frac{1}{4}°$ pr.: 2	„	5° pr.: 3
„	$1\frac{1}{2}°$ pr.: 7	„	$5\frac{1}{2}°$ pr.: 1
„	$1\frac{3}{4}°$ pr.: 2	„	$6\frac{1}{4}°$ pr.: 1
„	2° pr.: 8	„	$7\frac{1}{2}°$ pr.: 1
„	$2\frac{1}{4}°$ pr.: 1	„	8° pr.: 2
„	$2\frac{1}{2}°$ pr.: 1	„	9° pr.: 2
„	3° pr.: 2	„	13° pr.: 1
„	$3\frac{1}{2}°$ pr.: 3	„	18° pr.: 1
		„	19° pr.: 1
exophorie	$\frac{1}{4}°$ pr.: 1	exophorie	$2\frac{1}{2}°$ pr.: 1
„	$\frac{1}{2}°$ pr.: 3	„	$2\frac{3}{4}°$ pr.: 1
„	$\frac{3}{4}°$ pr.: 1	„	5° pr.: 1
„	2° pr.: 1		

b. met correctie der refractieanomalie:

orthophorie: 7 gevallen.

	Aantal gevallen.		Aantal gevallen.
esophorie	$\frac{1}{4}°$ pr.: 2	esophorie	$3\frac{1}{4}°$ pr.: 1
„	$\frac{1}{2}°$ pr.: 5	„	$3\frac{1}{2}°$ pr.: 2

		Aantal gevallen.			Aantal gevallen.
esophorie	$^3/_4°$ pr.:	1	esophorie	4° pr.:	1
„	1° pr.:	8	„	5° pr.:	1
„	$1^1/_4°$ pr.:	2	„	6° pr.:	2
„	$1^1/_2°$ pr.:	2	„	$6^1/_2°$ pr.:	1
„	$1^3/_4°$ pr.:	1	„	13° pr.:	1
„	2° pr.:	3	„	17° pr.:	1
„	$2^1/_4°$ pr.:	1	„	18° pr.:	1
„	3° pr.:	4			
exophorie	$^1/_2°$ pr.:	2	exophorie	$1^1/_2°$ pr.:	2
„	$^3/_4°$ pr.:	2	„	2° pr.:	3
„	1° pr.:	5	„	$2^3/_4°$ pr.:	1
„	$1^1/_4°$ pr.:	2	„	$3^1/_2°$ pr.:	1

Ook hier heb ik om dezelfde redenen als bij de E. de verschillende gevallen op de volgende wijze saamgevat:

a. zonder correctie der refractieanomalie.

orthophorie en heterophorie $<$ 1° pr.: 14.

		Aantal gevallen.
esophorie	$<$ 2° pr. en niet $<$ 1° pr.:	18
„	$<$ 3° pr. „ „ $<$ 2° pr.:	10
„	$<$ 4° pr. „ „ $<$ 3° pr.:	6
„	$<$ 5° pr. „ „ $<$ 4° pr.:	4
„	$<$ 6° pr. „ „ $<$ 5° pr.:	4
„	$6^1/_4°$ pr. . . . . :	1
„	$7^1/_2°$ pr. . . . . :	1
„	8° pr. . . . . :	2
„	9° pr. . . . . :	2
„	13° pr. . . . . :	1
„	18° pr. . . . . :	1
„	19° pr. . . . . :	1
		51
exophorie	$<$ 2° pr. en niet $<$ 1° pr.:	0
„	$<$ 3° pr. „ „ $<$ 2° pr.:	3
„	5° pr. . . . . :	1
		4

b. met correctie der refractieanomalie.

orthophorie en heterophorie < 1° pr.: 19 gevallen.

	Aantal gevallen.
esophorie < 2° pr. en niet < 1° pr.:	13
„ < 3° pr. „ „ < 2° pr.:	4
„ < 4° pr. „ „ < 3° pr.:	7
„ < 5° pr. „ „ < 4° pr.:	1
„ < 6° pr. „ „ < 5° pr.:	1
„ 6° pr. . . . . :	2
„ $6^1/_2$° pr. . . . . :	1
„ 13° pr. . . . . :	1
„ 17° pr. . . . . :	1
„ 18° pr. . . . . :	1
	32
exophorie < 2° pr. en niet < 1° pr.:	9
„ < 3° pr. „ „ < 2° pr.:	4
„ < 4° pr. „ „ < 3° pr.:	1
	14

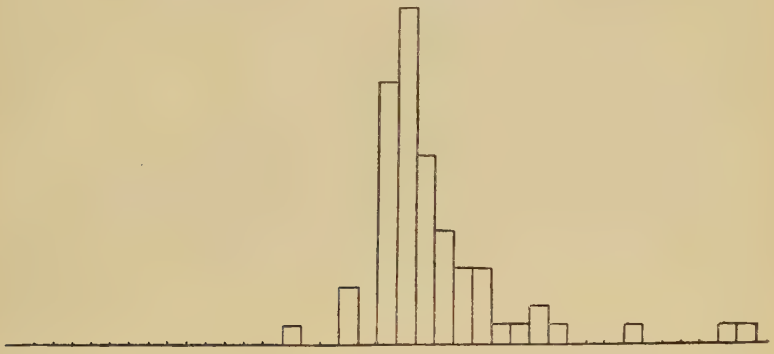
Vier gevallen met hypermetropie werden niet na correctie onderzocht. We zien dus, dat het grootste aantal der hypermetropen een geringe esophorie vertoont. Was de esophorie in overeenstemming met den graad van hypermetropie, dan had de esophorie veel sterker moeten zijn, daar 1 D accommodatie bij het binoculair zien der emmetropen gepaard gaat met ongeveer 7° pr convergentie.

Het aantal gevallen met esophorie is veel grooter dan het aantal met exophorie. Na correctie is dit verschil wel gewijzigd, maar toch hebben de gevallen met esophorie nog verre de overhand. Dus ook zonder dat ze accommodeeren, vertoonen de hypermetropen meer neiging tot esophorie dan de emmetropen.

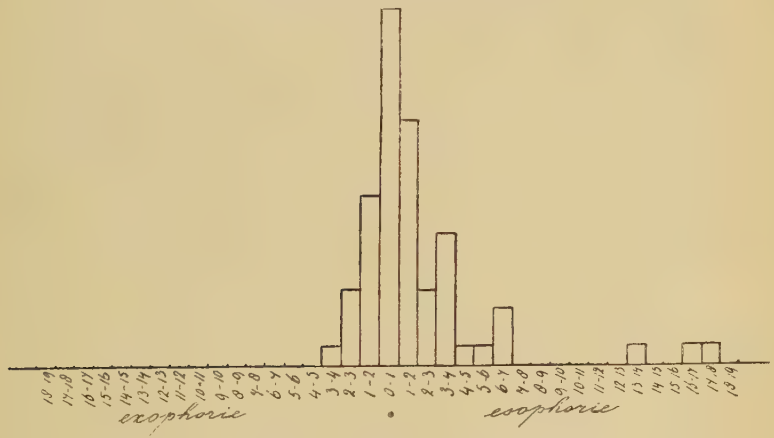
Het betrekkelijk groot aantal hypermetropen met orthophorie duidt ook bij de hypermetropen op een groote

neiging tot orthophorie. Sterke graden van heterophorie bestonden bij mijn onderzoek slechts bij de gevallen met esophorie.

Fig. 17.
Ruststand der hypermetropen (uitgedrukt in prismagraden).
Zonder correctie der hypermetropie.



Met correctie der hypermetropie.



Graphische voorstelling om den invloed der hypermetropie op den ruststand der oogen aan te toonen.
De hoogte der zuiltjes geeft het aantal gevallen aan.

Dat hypermetropie meer neiging tot convergentie geeft, is ook door alle andere schrijvers gevonden. Straub en Wiers maakten een scherpe scheiding tusschen goed en

slecht binoculair ziende hypermetropen. Voorloopig zal ik nog niet hierop ingaan. Het resultaat met het spiegeltje van Straub verkregen was evenwel:
zonder correctie der H.: 30 × esophorie; 34 × orthophorie; 5 × exophorie; na correctie der H.: 19 × esophorie; 45 × orthophorie; 5 × exophorie. Zoowel het verminderen van den convergentietonus bij deze methode als het niet kunnen waarnemen van kleine afwijkingen maken dit resultaat volkomen verklaarbaar.

De 80 myopen en myopisch astigmaten gaven met het toestel van Meyrowitz de volgende resultaten:

a. zonder correctie der refractieanomalie:

orthophorie: 8 gevallen.

	Aantal gevallen.		Aantal gevallen.
esophorie	$^1/_4°$ pr.: 1	esophorie	$3^1/_4°$ pr.: 1
„	$^1/_2°$ pr.: 3	„	$3^1/_2°$ pr.: 1
„	1° pr.: 3	„	$3^3/_4°$ pr.: 1
„	$1^1/_4°$ pr.: 1	„	5° pr.: 1
„	$1^1/_2°$ pr.: 3	„	$5^1/_4°$ pr.: 1
„	$1^3/_4°$ pr.: 1	„	$5^1/_2°$ pr.: 1
„	2° pr.: 4	„	6° pr.: 1
„	$2^1/_2°$ pr.: 3	„	24° pr.: 1
„	3° pr.: 2		
exophorie	$^1/_4°$ pr.: 1	exophorie	$3^1/_2°$ pr.: 1
„	$^1/_2°$ pr.: 3	„	$3^3/_4°$ pr.: 1
„	$^3/_4°$ pr.: 1	„	4° pr.: 2
„	1° pr.: 6	„	$5^1/_2°$ pr.: 3
„	$1^1/_4°$ pr.: 1	„	6° pr.: 2
„	$1^1/_2°$ pr.: 1	„	$9^1/_2°$ pr.: 1
„	$1^3/_4°$ pr.: 1	„	10° pr.: 1
„	2° pr.: 3	„	11° pr.: 1
„	$2^1/_2°$ pr.: 3	„	13° pr.: 1
„	$2^3/_4°$ pr.: 1	„	$14^1/_2°$ pr.: 1
„	3° pr.: 2		

Zes gevallen konden zonder correctie niet onderzocht worden wegens onvoldoende gezichtsscherpte.

b. met correctie der refractie anomalie:

orthophorie: 7 gevallen.

	Aantal gevallen.		Aantal gevallen.
esophorie	$\frac{1}{2}°$ pr.: 4	esophorie	$3\frac{1}{2}°$ pr.: 1
„	$\frac{3}{4}°$ pr.: 1	„	4° pr.: 2
„	1° pr.: 3	„	$4\frac{1}{2}°$ pr.: 2
„	$1\frac{1}{4}°$ pr.: 2	„	$5\frac{1}{4}°$ pr.: 1
„	$1\frac{1}{2}°$ pr.: 3	„	$5\frac{1}{2}°$ pr.: 1
„	$1\frac{3}{4}°$ pr.: 1	„	6° pr.: 1
„	2° pr.: 4	„	$7\frac{1}{2}°$ pr.: 1
„	3° pr.: 3	„	23° pr.: 1
„	$3\frac{1}{4}°$ pr.: 1		
exophorie	$\frac{1}{4}°$ pr.: 2	exophorie	$3\frac{1}{2}°$ pr.: 1
„	$\frac{1}{2}°$ pr.: 3	„	$3\frac{3}{4}°$ pr.: 1
„	$\frac{3}{4}°$ pr.: 1	„	4° pr.: 2
„	1° pr.: 6	„	5° pr.: 1
„	$1\frac{1}{4}°$ pr.: 2	„	$5\frac{1}{2}°$ pr.: 3
„	$1\frac{1}{2}°$ pr.: 1	„	6° pr.: 1
„	$1\frac{3}{4}°$ pr.: 1	„	$6\frac{1}{2}°$ pr.: 1
„	2° pr.: 2	„	10° pr.: 2
„	$2\frac{1}{4}°$ pr.: 1	„	11° pr.: 1
„	$2\frac{1}{2}°$ pr.: 3	„	14° pr.: 1
„	$2\frac{3}{4}°$ pr.: 1	„	$14\frac{1}{2}°$ pr.: 1
„	3° pr.: 2		
„	$3\frac{1}{4}°$ pr.: 1		

Evenals bij de emmetropen en hypermetropen heb ik voor beter overzicht de gevallen in groepen saamgevat:

a. zonder correctie der refractieanomalie:

orthophorie en heterophorie $<$ 1° pr.: 17 gevallen

	Aantal gevallen.
esophorie $<$ 2° pr. en niet $<$ 1° pr.:	8
„ $<$ 3° pr. „ „ $<$ 2° pr.:	7
„ $<$ 4° pr. „ „ $<$ 3° pr.:	5
„ $<$ 5° pr. „ „ $<$ 4° pr.:	0
„ $<$ 6° pr. „ „ $<$ 5° pr.:	3
„ 6° pr. . . . . :	1
„ 24° pr. . . . . :	1
	25

	Aantal gevallen.
exophorie < 2° pr. en niet < 1° pr.:	9
„ < 3° pr. „ „ < 2° pr.:	7
„ < 4° pr. „ „ < 3° pr.:	4
„ < 5° pr. „ „ < 4° pr.:	2
„ < 6° pr. „ „ < 5° pr.:	3
„ 6° pr. . . . . :	2
„ $9^1/_2$° pr. . . . . :	1
„ 10° pr. . . . . :	1
„ 11° pr. . . . . :	1
„ 13° pr. . . . . :	1
„ $14^1/_2$° pr. . . . . :	1
	32

b. met correctie der refractieanomalie:

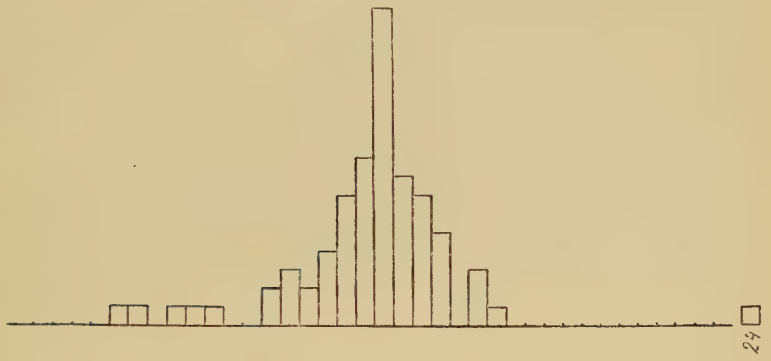
orthophorie en heterophorie < 1° pr.: 18 gevallen.

	Aantal gevallen.
esophorie < 2° pr. en niet < 1° pr.:	9
„ < 3° pr. „ „ < 2° pr.:	4
„ < 4° pr. „ „ < 3° pr.:	5
„ < 5° pr. „ „ < 4° pr.:	4
„ < 6° pr. „ „ < 5° pr.:	2
„ 6° pr. . . . . :	1
„ $7^1/_2$° pr. . . . . :	1
„ 23° pr. . . . . :	1
	27

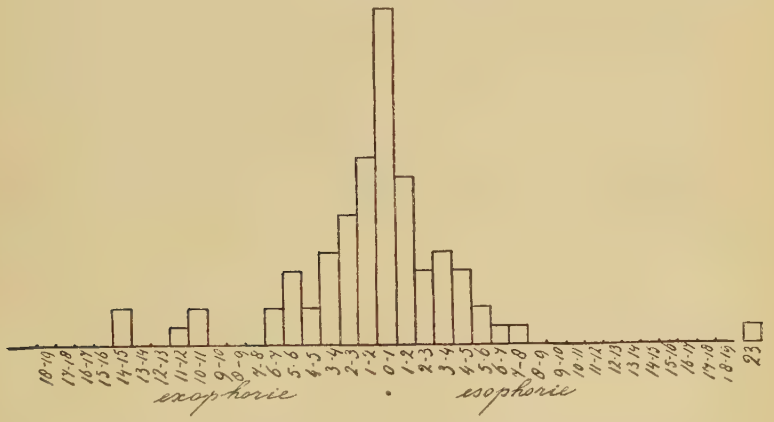
	Aantal gevallen.
exophorie < 2° pr. en niet < 1° pr.:	10
„ < 3° pr. „ „ < 2° pr.:	7
„ < 4° pr. „ „ < 3° pr.:	5
„ < 5° pr. „ „ < 4° pr.:	2
„ < 6° pr. „ „ < 5° pr.:	4
„ 6° pr. . . . . :	1
„ $6^1/_2$° pr. . . . . :	1
„ 10° pr. . . . . :	2
„ 11° pr. . . . . :	1
„ 14° pr. . . . . :	1
„ $14^1/_2$° pr. . . . . :	1
	35

In aanmerking genomen de schommelingen in ruststand, die we steeds aantreffen en de mogelijke decentreering

Fig. 18.
Ruststand der myopen (uitgedrukt in prismagraden).
Zonder correctie der myopie.



Met correctie der myopie.



Graphische voorstelling om den invloed der myopie op den ruststand der oogen aan te toonen.
De hoogte der zuiltjes stelt het aantal gevallen voor.

der concave glazen vind ik de resultaten voor en na de correctie der myopie slechts weinig uiteenloopend. Dit was ook wel te verwachten, daar er in geen van beide

gevallen geaccommodeerd behoeft te worden. Ook bij de myopen zien we groote neiging tot orthophorie. Verder heb ik meer exophorie dan esophorie aangetroffen. Vooral de hoogere graden van heterophorie schuilen onder de gevallen met exophorie; toch heb ik ook een paar gevallen met sterker esophorie onder de myopen aangetroffen. Mijne resultaten stemmen vrij wel met die van BERRY overeen, hoewel ik nog wat meer exophorie vond. Evenwel vond ik weer niet zooveel exophorie als STRAUB en WIERS, maar dit ligt grootendeels aan de methode van onderzoek, zooals de volgende resultaten, verkregen met het spiegeltje van STRAUB, aanwijzen.

Zonder correctie der M. 12 × esophorie; 38 × orthophorie; 30 × exophorie. Na correctie der M. 13 × esophorie; 37 × orthophorie; 30 × exophorie.

Resumeerend kunnen we het volgende vaststellen:

1°. Zoowel bij emmetropen als ametropen bestaat groote neiging tot orthophorie.

2°. Bij hypermetropie wordt meer esophorie, bij myopie meer exophorie gevonden dan bij emmetropie.

Deze laatste meening heb ik nog trachten te versterken door na te gaan of hoogere graden der refractieanomalie ook met meer heterophorie gepaard gaan. Hiertoe heb ik de hypermetropen verdeeld in degenen, die in geen der meridianen van het oog een hypermetropie van 2 D. bereikten en degenen, die in een der meridianen van het oog minstens 2 D. hypermetropie bezaten. Eveneens verdeelde ik de myopen in degenen, die in geen der meridianen een myopie van 2 D. bereikten en degenen, die in een der meridianen van het oog minsteus 2 D. myopie bezaten. Dit gaf de volgende resultaten:

Hypermetropie < 2 D.

						Aantal gevallen.
orthophorie en heterophorie	<	1°	pr.:			10
esophorie	<	2°	pr. en niet	<	1° pr.:	**12**
„	<	3°	pr. „ „	<	2° pr.:	3
„	<	4°	pr. „ „	<	3° pr.:	2
„	<	5°	pr. „ „	<	4° pr.:	0
„	<	6°	pr. „ „	<	5° pr.:	2
exophorie	<	3°	pr. „ „	<	2° pr.:	1
						30

Hypermetropie 2 D. en meer.

						Aantal gevallen.
orthophorie en heterophorie	<	1°	pr.:			4
esophorie	<	2°	pr. en niet	<	1° pr.:	6
„	<	3°	pr. „ „	<	2° pr.:	**7**
„	<	4°	pr. „ „	<	3° pr.:	4
„	<	5°	pr. „ „	<	4° pr.:	4
„	<	6°	pr. „ „	<	5° pr.:	2
„		$6\frac{1}{4}$°	pr.		:	1
„		$7\frac{1}{2}$°	pr.		:	1
„		8°	pr.		:	2
„		9°	pr.		:	2
„		13°	pr.		:	1
„		18°	pr.		:	1
„		19°	pr.		:	1
exophorie	<	3°	pr. en niet	<	2° pr.:	2
„	<	6°	pr. „ „	<	5° pr.:	1
						39

Myopie < 2 D.

						Aantal gevallen.
orthophorie en heterophorie	<	1°	pr.:			**7**
exophorie	<	2°	pr. en niet	<	1° pr.:	3
„	<	3°	pr. „ „	<	2° pr.:	3
„	<	4°	pr. „ „	<	3° pr.:	1
„	<	5°	pr. „ „	<	4° pr.:	0
„	<	6°	pr. „ „	<	5° pr.:	0
esophorie	<	2°	pr. „ „	<	1° pr.:	4
„	<	3°	pr. „ „	<	2° pr.:	3
„	<	4°	pr. „ „	<	3° pr.:	2
„	<	5°	pr. „ „	<	4° pr.:	0
„	<	6°	pr. „ „	<	5° pr.:	1
						24

Myopie 2 D. en meer.

	Aantal gevallen.
orthophorie en heterophorie $<$ 1° pr. :	**10**
exophorie $<$ 2° pr. en niet $<$ 1° pr. :	7
„ $<$ 3° pr. „ „ $<$ 2° pr. :	5
„ $<$ 4° pr. „ „ $<$ 3° pr. :	3
„ $<$ 5° pr. „ „ $<$ 4° pr. :	2
„ $<$ 6° pr. „ „ $<$ 5° pr. :	4
„ 6° pr. . . . . :	2
„ $9\frac{1}{2}$° pr. . . . . :	1
„ 10° pr. . . . . :	1
„ 11° pr. . . . . :	1
„ 13° pr. . . . . :	1
„ $14\frac{1}{2}$° pr. . . . . :	1
esophorie $<$ 2° pr. en niet $<$ 1° pr. :	6
„ $<$ 3° pr. „ „ $<$ 2° pr. :	4
„ $<$ 4° pr. „ „ $<$ 3° pr. :	3
„ $<$ 5° pr. „ „ $<$ 4° pr. :	0
„ $<$ 6° pr. „ „ $<$ 5° pr. :	2
„ 6° pr. . . . . :	1
„ $7\frac{1}{2}$° pr. . . . . :	1
„ 24° pr. . . . . :	1
	56

In bovenstaande tabellen is de ruststand bepaald zonder correctie der refractie-anomalie. Alleen bij de 6 gevallen, waar wegens myopie de gezichtsscherpte onvoldoende was, heb ik de myopie gecorrigeerd.

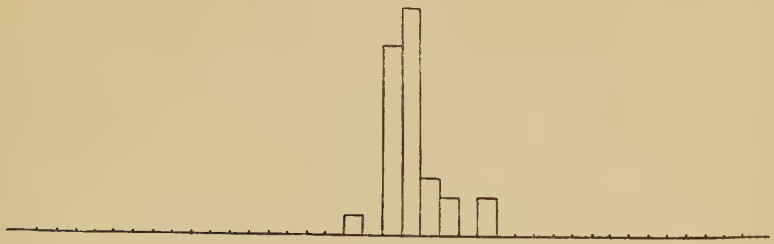
Uit deze gegevens blijkt ons, dat bij sterkere graden van hypermetropie meer kans op esophorie bestaat en dat bij sterkere graden van myopie de kans op exophorie grooter is.

Evenwel mogen we niet verwaarloozen te letten op nog een anderen factor, die invloed kan hebben op den ruststand en waarop door WIERS vooral is gewezen. Dit is het binoculaire zien. CL. WORTH heeft het binoculaire zien in 3 verschillende graden verdeeld:

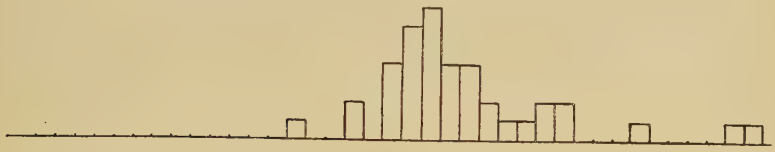
Fig. 19.

Ruststand der hypermetropen (uitgedrukt in prismagraden).

Hypermetropie < 2 D.

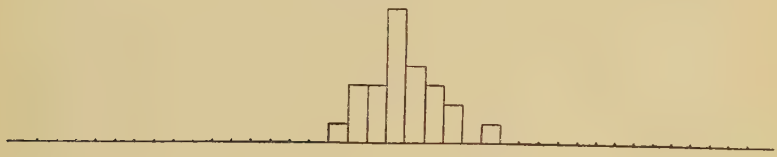


Hypermetropie 2 D. en > 2 D.

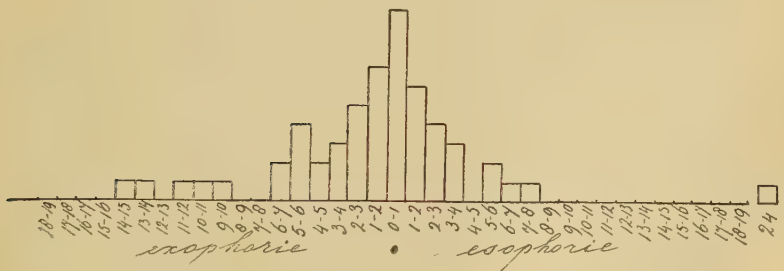


Ruststand der myopen (uitgedrukt in prismagraden).

Myopie < 2. D.



Myopie 2 D. en > 2 D.



Graphische voorstelling om aan te toonen, dat de sterkte der ametropie van invloed is op den ruststand.

De hoogte der zuiltjes stelt het aantal gevallen voor.

I graad: alleen gelijktijdig maculaire waarneming zonder fusiebreedte.

II graad: echte fusie met een zekere fusiebreedte.

III graad: dieptewaarneming.

Naast den graad van binoculair zien heeft men nog de intensiteit of wel het fusievermogen. Hoewel niet steeds, gaan graad van binoculair zien en fusievermogen toch meestal parallel.

Er bestaan verschillende methoden om den graad van binoculair zien te bepalen. Door mij werd hiertoe de valproef van HERING gebruikt. Deze vereischt den sterksten graad van binoculair zien om goede antwoorden te krijgen. Maar dat had ik noodig, want alle door mij onderzochte personen hadden binoculair zien; het was mijn doel te scheiden de personen met zeer goed binoculair zien van hen met minder goed binoculair zien. Daar velen bij het onderzoek steeds goede antwoorden gaven, heb ik hen, die $1/_{20}$ foutief antwoordden, reeds tot de minder goed binoculair zienden gerekend. Dat dit echter ook op onoplettendheid kan berusten, is duidelijk. Zij, die gewoon waren een bril te dragen, onderzocht ik na correctie der refractie-anomalie. Zoo verkreeg ik bij:

de emmetropen met zeer goed binoculair zien:

orthophorie of heterophorie $<$ 1° pr.: 21 gevallen.

	Aantal gevallen.
esophorie $<$ 2° pr. en niet $<$ 1° gr.	13
„ $<$ 3° pr. „ „ $<$ 2° pr.	7
„ $<$ 4° pr. „ „ $<$ 3° pr.	2
„ $<$ 5° pr. „ „ $<$ 4° pr.	3
„ $<$ 6° pr. „ „ $<$ 5° pr.	0
„ 6° pr.	1
„ 7° pr.	1
	27

				Aantal gevallen.
exophorie	< 2° pr.	en niet	< 1° pr. :	10
„	< 3° pr.	„ „	< 2° pr. :	8
„	< 4° pr.	„ „	< 3° pr. :	3
„	< 5° pr.	„ „	< 4° pr. :	1
„	< 6° pr.	„ „	< 5° pr. :	2
„	< 7° pr.	. . . . .	:	1
				25

de emmetropen met minder goed en slecht binoculair zien:
orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 2.

				Aantal gevallen.
esophorie	< 2° pr.	en niet	< 1° pr. :	4
„	< 3° pr.	„ „	< 2° pr. :	3
„	< 4° pr.	„ °	< 3° pr. :	0
„	< 5° pr.	„ „	< 4° pr. :	0
„	< 6° pr.	„ „	< 5° pr. :	1
„	6° pr.	. . . . .	:	1
„	8° pr.	. . . . .	:	1
„	$14^1/_2$° pr.	. . . . .	:	1
				11

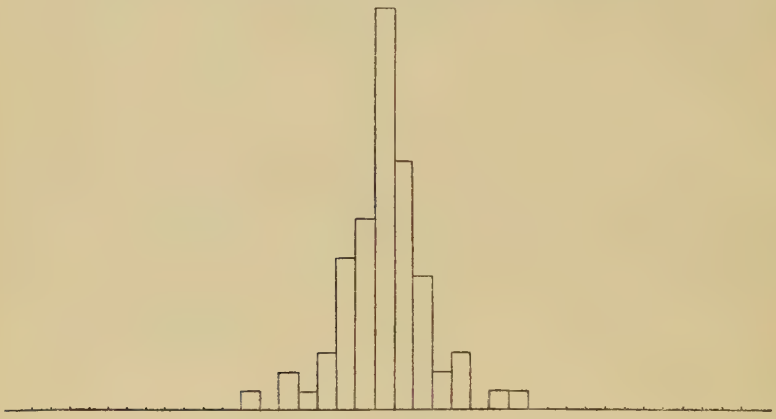
				Aantal gevallen.
exophorie	< 2° pr.	en niet	< 1° pr. :	3
„	< 3° pr.	„ „	< 2° pr. :	1
„	< 4° pr.	„ „	< 3° pr. :	0
„	< 5° pr.	„ „	< 4° pr. :	0
„	< 6° pr.	„ „	< 5° pr. :	0
„	$9^1/_2$° pr.	. . . . .	:	1
„	16° pr.	. . . . .	:	1
„	18° pr.	. . . . .	:	1
				7

de hypermetropen met zeer goed binoculair zien:
orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 6:

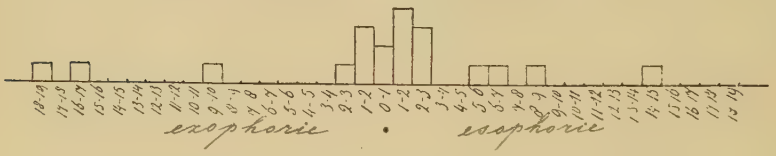
				Aantal gevallen.
esophorie	< 2° pr.	en niet	< 1° pr. :	12
„	< 3° pr.	„ „	< 2° pr. :	5
„	< 4° pr.	„ „	< 3° pr. :	5
„	< 5° pr.	„ „	< 4° pr. :	1
„	< 6° pr.	„ „	< 5° pr. :	2
„	8° pr.	. . . . .	:	2
				27

						Aantal gevallen
exophorie	<	2° pr.	en niet	<	1° pr.:	0
„	<	3° pr.	„ „	<	2° pr.:	0
„	<	4° pr.	„ „	<	3° pr.:	0
„	<	5° pr.	„ „	<	4° pr.:	0
„	<	6° pr.	„ „	<	5° pr.:	1
						1

Fig. 20.
Ruststand der emmetropen (uitgedrukt in prismagraden).
Met zeer goed binoculair zien.



Met minder goed of slecht binoculair zien.



Graphische voorstelling om den invloed van het binoculaire zien op den ruststand der emmetropische oogen aan te toonen.
De hoogte der zuiltjes stelt het aantal gevallen voor.

de hypermetropen met minder goed of slecht binoculair zien:
orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 8 gevallen.

						Aantal gevallen.
esophorie	<	2° pr.	en niet	<	1° pr.:	6
„	<	3° pr.	„ „	<	2° pr.:	5

							Aantal gevallen.
esophorie	<	4° pr.	en niet	<	3° pr.:		1
„	<	5° pr.	„ „	<	4° pr.:		3
„	<	6° pr.	„ „	<	5° pr.:		2
„		$6^1/_4$° pr.	. . . . .		:		1
„		$7^1/_2$° pr.	. . . . .		:		1
„		9° pr.	. . . . .		:		2
„		13° pr.	. . . . .		:		1
„		18° pr.	. . . . .		:		1
„		19° pr.	. . . . .		:		1
							24

							Aantal gevallen.
exophorie	<	2° pr.	en niet	<	1° pr.:		0
„	<	3° pr.	„ „	<	2° pr.:		3
„	<	4° pr.	„ „	<	3° pr.:		0
„	<	5° pr.	„ „	<	4° pr.:		0
„	<	6° pr.	„ „	<	5° pr.:		0
							3

de myopen met zeer goed binoculair zien:

orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 10 gevallen.

							Aantal gevallen.
esophorie	<	2° pr.	en niet	<	1° pr.:		6
„	<	3° pr.	„ „	<	2° pr.:		3
„	<	4° pr.	„ „	<	3° pr.:		3
„	<	5° pr.	„ „	<	4° pr.:		0
„	<	6° pr.	„ „	<	5° pr.:		0
„		6° pr.	. . . . .		:		1
							13

							Aantal gevallen.
exophorie	<	2° pr.	en niet	1° pr.:			6
„	<	3° pr.	„ „	2° pr.:			3
„	<	4° pr.	„ „	3° pr.:			2
„	<	5° pr.	„ „	4° pr.:			1
„	<	6° pr.	„ „	5° pr.:			3
„		13° pr.	. . . . .		:		1
							16

de myopen met minder goed of slecht binoculair zien:

orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 7 gevallen.

						Aantal gevallen.
esophorie	<	2° pr.	en niet	<	1° pr.	4
„	<	3° pr.	„ „	<	2° pr.	4
„	<	4° pr.	„ „	<	3° pr.	2
„	<	5° pr.	„ „	<	4° pr.	0
„	<	6° pr.	„ „	<	5° pr.	3
„		$7\frac{1}{2}$° pr.				1
„		24° pr.				1
						15

						Aantal gevallen.
exophorie	<	2° pr.	en niet	<	1° pr.	4
„	<	3° pr.	„ „	<	2° pr.	5
„	<	4° pr.	„ „	<	3° pr.	2
„	<	5° pr.	„ „	<	4° pr.	1
„	<	6° pr.	„ „	<	5° pr.	1
„		6° pr.				2
„		$9\frac{1}{2}$° pr.				1
„		10° pr.				1
„		11° pr.				1
„		$14\frac{1}{2}$° pr.				1
						19

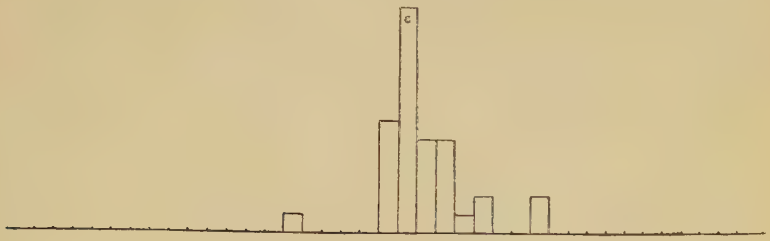
Dat er te veel gevallen gevonden zijn met minder goed of slecht binoculair zien, ligt aan de methode van onderzoek; onoplettendheid en slechte gezichtsscherpte kunnen hiertoe hebben meegewerkt. Evenwel is het opvallend dat bij de 28 gevallen met een heterophorie van 6° pr. en sterker slechts 7 gevallen zijn met zeer goed binoculair zien; de overige 21 gevallen bezitten minder goed of slecht binoculair zien.

Bij de emmetropen hebben we 5 gevallen van esophorie van 6° pr. en meer en 4 gevallen van exophorie van 6° pr. en meer.

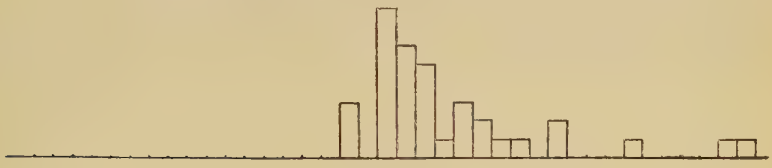
Bij de hypermetropen hebben we 9 gevallen van

Fig. 21.

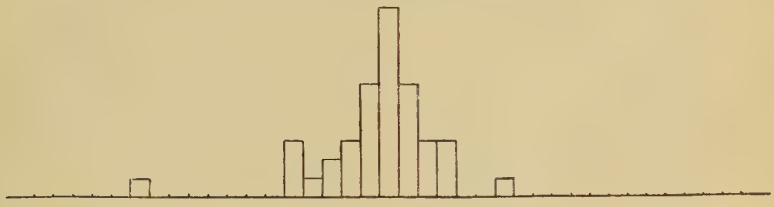
Ruststand der hypermetropen (uitgedrukt in prismagraden).
Met zeer goed binoculair zien.



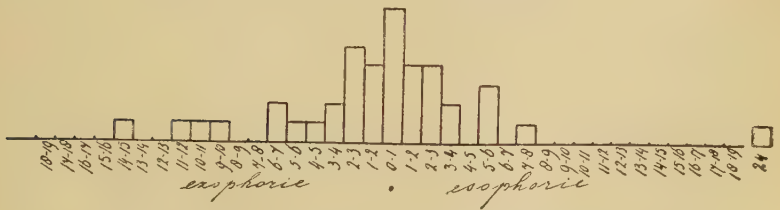
Met minder goed of slecht binoculair zien.



Ruststand der myopen (uitgedrukt in prismagraden).
Met zeer goed binoculair zien.



Met minder goed of slecht binoculair zien.



Graphische voorstelling om den invloed van het binoculaire zien bij den ruststand der ametropen aan te toonen.
De hoogte der zuiltjes stelt het aantal gevallen voor.

esophorie van 6° pr. en meer en 0 gevallen van exophorie van 6° pr. en meer.

Bij de myopen hebben we 3 gevallen van esophorie van 6° pr. en meer en 7 gevallen van exophorie van 6° pr. en meer.

Uit deze resultaten mogen we zonder twijfel besluiten, dat het slecht binoculair zien meer kans geeft op sterke heterophorie. Men zou kunnen vragen, of niet omgekeerd de sterkere heterophorie tot slecht binoculair zien aanleiding geeft. Geheel onmogelijk is dit niet, maar het feit, dat sterke heterophorie (b.v. $>$ 8° pr.) bijna uitsluitend bij slecht binoculair zienden voorkomt, maar omgekeerd slecht binoculair zien zelfs bij zeer lichte graden van heterophorie wordt aangetroffen, dwingt ons in de meeste gevallen het slechte binoculair zien als het primaire te beschouwen. Verder hebben we gezien, dat een heterophorie van 6° pr. en grooter bij myopie en hypermetropie $<$ 2 D. bij mijne gevallen niet is voorgekomen en bij de emmetropen zeer zeldzaam is. Dit wijst er op, dat de refractie-anomalie een aetiologisch moment is voor het ontstaan der heterophorie. We kunnen het resultaat van het onderzoek dus zoo weergeven, dat slecht binoculair zien de gelegenheid geeft tot het ontstaan van heterophorie, terwijl hypermetropie hierbij voor esophorie en myopie voor exophorie praedisponeert.

Er zijn nog vele andere factoren denkbaar, die invloed op de heterophorie kunnen uitoefenen. Zoo vond Bielschowsky bij jonge krachtige individuen meer esophorie dan bij oudere vaak neuropathische personen. Het is daarom, dat ik het volgende onderzoek verricht heb.

Emmetropen beneden 20 jaar:

	Aantal gevallen.	
Orthophorie of heterophorie < 1° pr.:	3	= 25 %.
Esophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	4	= $41^{2}/_{3}$ %.
Esophorie 6° pr. en meer . . . . . :	1	
Exophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	3	= $33^{1}/_{3}$ %.
Exophorie 6° pr. en meer . . . . . :	1	

Emmetropen van 20 jaar en ouder:

	Aantal gevallen.	
Orthophorie of heterophorie < 1° pr.:	20	= 25 %.
Esophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	28	= 40 %.
Esophorie 6° pr. en meer . . . . . :	4	
Exophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	25	= 35 %.
Exophorie 6° pr. en meer . . . . . :	3	

Van één der emmetropen is mij de leeftijd onbekend.

Hypermetropen beneden 20 jaar:

	Aantal gevallen.	
Orthophorie of heterophorie < 1° pr.:	6	= $15^{5}/_{18}$ %.
Esophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	22	= $79^{19}/_{39}$ %.
Esophorie 6° pr. en meer . . . . . :	9	
Exophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	2	= $5^{5}/_{39}$ %.
Exophorie 6° pr. en meer . . . . . :	0	

Hypermetropen van 20 jaar en ouder:

	Aantal gevallen.	
Orthophorie of heterophorie < 1° pr.:	8	= $26^{2}/_{3}$ %.
Esophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	20	= $66^{2}/_{3}$ %.
Esophorie 6° pr. en meer . . . . . :	0	
Exophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	2	= $6^{2}/_{3}$ %.
Exophorie 6° pr. en meer . . . . . :	0	

De heterophorie is genomen zonder correctie der refractie-anomalie.

Myopen beneden 20 jaar:

	Aantal gevallen.	
Orthophorie of heterophorie < 1° pr.:	12	= 24 %.
Esophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	16	= 38 %.
Esophorie 6° pr. en meer . . . . . :	3	
Exophorie < 6° pr. en niet < 1° pr.:	15	= 38 %.
Exophorie 6° pr. en meer . . . . . :	4	

Myopen van 20 jaar en ouder:

	Aantal gevallen.	
Orthophorie of heterophorie $<$ 1° pr.:	5	$= 16^{2}/_{3}$ %.
Esophorie $<$ 6° pr. en niet $<$ 1° pr.:	9	$= 30$ %.
Esophorie 6° pr. en meer . . . . . :	0	
Exophorie $<$ 6° pr. en niet $<$ 1° pr.:	13	$= 53^{1}/_{3}$ %.
Exophorie 6° pr. en meer . . . . . :	3	

De heterophorie is genomen zonder correctie der refractie-anomalie.

We krijgen dus als resultaat, dat bij emmetropen, hypermetropen en myopen beneden de 20 jaar het percentage esophorie grooter, het percentage exophorie daarentegen kleiner is dan bij de personen van 20 jaar en ouder. Hoewel ik de getallen te klein vind om ze als bewijs te gebruiken, doen ze toch eenigen invloed van den leeftijd vermoeden en wel in dien geest, dat bij jongere personen meer neiging tot esophorie, bij oudere personen meer neiging tot exophorie bestaat. Deze invloed is echter zeer gering, vergeleken met dien van het binoculaire zien en der refractie-anomalieën.

Daar het best mogelijk is, dat het veelvuldig zien op korten afstand invloed kan hebben op den ruststand, zoo heb ik een verdeeling gemaakt tusschen de door mij onderzochte studenten en artsen aan den eenen kant en de andere personen, meest werklieden, aan den anderen kant. Dit had tweeërlei doel. Ten eerste zullen in 't algemeen studenten en artsen meer lees- en schrijfwerk verrichten dan de werklieden en zou men in de eerste groep meer esophorie kunnen verwachten. Het tweede doel eischt eenige nadere toelichting. Er wordt n.l. dikwijls beweerd, dat de exophorie bij de myopen niet het directe gevolg zou zijn der refractie-anomalie, maar veroorzaakt zou worden door den anderen vorm

der myopische oogen. Nu heeft men vaak bij studenten myopisch gebouwde oogen gevonden, zonder dat nog myopie bestond. Dit zou dus bij studenten en artsen (vooral bij de emmetropen) meer exophorie doen verwachten.

Het resultaat heeft noch het een, noch het ander bewezen.

Wijl de studenten en artsen steeds 20 jaar of ouder waren, zoo heb ik ook geen werklieden van jeugdiger leeftijd meegerekend.

Emmetrope studenten en artsen:

Orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 12
Esophorie 1° pr. en meer . . . . . : 19
Exophorie 1° pr. en meer . . . . . : 16

Emmetrope werklieden:

Orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 8
Esophorie 1° pr. en meer . . . . . : 13
Exophorie 1° pr. en meer . . . . . : 12

Hypermetrope studenten en artsen:

Orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 2
Esophorie 1° pr. en meer . . . . . : 3
Exophorie 1° pr. en meer . . . . . : 1

Hypermetrope werklieden:

Orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 6
Esophorie 1° pr. en meer . . . . . : 17
Exophorie 1° pr. en meer . . . . . : 1

Myope studenten en artsen:

Orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 3
Esophorie 1° pr. en meer . . . . . : 5
Exophorie 1° pr. en meer . . . . . : 7

Myope werklieden:

Orthophorie of heterophorie < 1° pr.: 2
Esophorie 1° pr. en meer . . . . . : 4
Exophorie 1° pr. en meer . . . . . : 9

De betrekkelijk kleine getallen laten bij deze geringe verschillen niet toe bepaalde gevolgtrekkingen te maken. Evenwel kunnen we constateeren, dat de studenten en artsen noch een overwegend aantal gevallen met esophorie, noch een overwegend aantal gevallen met exophorie leveren. De myopische bouw der oogen schijnt dus niet van invloed te zijn.

Dat er wel anatomische factoren bestaan, die eenigszins invloed kunnen uitoefenen op den ruststand, meende ik uit de volgende 2 gevallen te mogen afleiden:

1. v. A. semi arts myopie 2 D exophorie 10° pr. pupilafstand 75 m.M.
2. S. violist emmetroop . . exophorie $16^1/_2$° pr. pupilafstand 71 m.M.

Hoewel dit slechts een paar gevallen zijn, geloof ik toch, dat de buitengewoon groote pupilafstand als gevolg van den breed gebouwden schedel eenig verband houdt met de sterke exophorie.

Naar aanleiding van deze gevallen heb ik toen ook bij anderen de pupilafstanden vergeleken met de heterophorie zonder eenig duidelijk parallelisme te kunnen ontdekken. Dit verwonderde mij niet; er zijn zooveel belangrijker factoren, die de heterophorie beheerschen, dat men juist dergelijke uiterste gevallen moet aantreffen, waar bovendien een minder goed binoculair zien bestaat, om iets van deze anatomische invloeden te bemerken.

Een eigenaardig verschijnsel, dat mij bij het onderzoek getroffen heeft, wil ik niet geheel en al onvermeld laten. Ik onderzocht meestal met het toestel van Meyrowitz, zoowel als met den phorometer van Stevens. Gewoonlijk gaf het toestel van Meyrowitz grootere waarden voor de heterophorie. Slechts zelden bedroeg het verschil meer dan 2° pr. Waar de heterophorie aanzienlijk is, is het begrijpelijk, dat ook het verschil in resultaat wat

grooter is. Eigenaardig is evenwel, dat daar, waar het verschil vrij groot was, meestal esophorie bestond. Zoo vond ik bij de gevallen met verschil grooter dan 2° pr.:

exophorie	16° pr.	esophorie	$2^1/_4$° pr.	esophorie	$5^1/_2$° pr.
„	11° pr.	„	3° pr.	„	6° pr.
„	13° pr.	„	3° pr.	„	6° pr.
„	10° pr.	„	3° pr.	„	7° pr.
„	10° pr.	„	$3^1/_4$° pr.	„	8° pr.
„	$9^1/_2$° pr:	„	$3^1/_2$° pr.	„	$8^1/_4$° pr.
		„	4° pr.	„	9° pr.
		„	4° pr.	„	18° pr.
		„	4° pr.	„	19° pr.
		„	5° pr.	„	24° pr.

Dit zijn de resultaten met het toestel van Meyrowitz, met den phorometer van Stevens werd meestal minder, vaak ook meer heterophorie gevonden. Hoe echter kan men dit verklaren? Oorspronkelijk dacht ik, dat misschien een bestaande cyclophorie hier invloed op had. Evenwel is hiervan later meestal niets gebleken, zoodat ik thans overtuigd ben, dat de esophorie daarom zoo wisselend is, wijl het geen eigenlijke ruststand is, maar een innervatietoestand, die zich telkens kan wijzigen.

Ruststand bij zien op korten afstand.

Om na te gaan de intensiteit der associatie tusschen accommodatie en convergentie zou het van belang zijn bij een groot aantal personen den ruststand bij zien op verschillende afstanden te bepalen. Hoewel ik dit slechts met het spiegeltje van Straub heb gedaan, dus geen quantitatieve bepalingen, is het resultaat belangrijk genoeg om te worden medegedeeld. Ik bepaalde den ruststand bij zien in de verte, op 100 cM. afstand, 60 cM. afstand

en 30 cM. afstand [1]). Men krijgt dan verschillende combinatie's, welke ik hieronder heb neergeschreven met het aantal gevallen er achter.

Emmetropen met zeer goed binoculair zien:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	esophorie	esophorie	exophorie	2
esophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	3
esophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	1
orthophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	6
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	22
orthophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	15
orthophorie	exophorie	exophorie	exophorie	8
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	15

Emmetropen met minder goed en slecht binoculair zien:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	esophorie	esophorie	esophorie	2
esophorie	esophorie	orthophorie	exophorie	3
esophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	3
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	2
orthophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	2
orthophorie	exophorie	exophorie	exophorie	3
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	5

Hypermetropen met zeer goed binoculair zien, zonder correctie der H.:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	esophorie	esophorie	esophorie	8
esophorie	esophorie	orthophorie	orthophorie	1
esophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	2
esophorie	esophorie	orthophorie	exophorie	1
orthophorie	orthophorie	orthophorie	esophorie	3
orthophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	10
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	5
orthophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	2
orthophorie	exophorie	exophorie	exophorie	1
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	1

[1]) Ruststandbepaling op 30 cM. afstand deed ik eigenlijk met de schijf van PLACIDO. De methode komt evenwel geheel overeen met die van het spiegeltje van STRAUB.

Hypermetropen met minder goed en slecht binoculair zien, zonder correctie der H.:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	esophorie	esophorie	esophorie	14
esophorie	esophorie	orthophorie	orthophorie	2
esophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	1
esophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	1
orthophorie	esophorie	esophorie	esophorie	1
orthophorie	orthophorie	orthophorie	esophorie	2
orthophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	7
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	1
orthophorie	exophorie	exophorie	exophorie	2
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	4

Hypermetropen met zeer goed binoculair zien, na correctie der H.:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	esophorie	orthophorie	orthophorie	1
esophorie	esophorie	orthophorie	exophorie	3
esophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	2
orthophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	7
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	8
orthophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	7
orthophorie	exophorie	exophorie	exophorie	5
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	1

Hypermetropen met minder goed en slecht binoculair zien, na correctie der H.:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	esophorie	esophorie	esophorie	2
esophorie	esophorie	esophorie	orthophorie	6
esophorie	esophorie	orthophorie	orthophorie	1
esophorie	esophorie	orthophorie	exophorie	2
esophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	1
esophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	1
orthophorie	esophorie	esophorie	orthophorie	1
orthophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	4
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	5
orthophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	6
orthophorie	exophorie	exophorie	exophorie	2
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	4

Myopen met zeer goed binoculair zien; zonder correctie der M.:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	1
esophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	2
esophorie	exophorie	exophorie	exophorie	1
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	6
orthophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	12
orthophorie	exophorie	exophorie	exophorie	4
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	13

Myopen met minder goed en slecht binoculair zien; zonder correctie der M.:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	esophorie	esophorie	esophorie	1
esophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	1
esophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	3
esophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	3
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	4
orthophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	5
orthophorie	exophorie	exophorie	exophorie	7
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	17

Myopen met zeer goed binoculair zien; na correctie der M.:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	1
esophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	4
orthophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	3
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	11
orthophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	7
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	13

Myopen met minder goed en slecht binoculair zien; na correctie der M.:

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	esophorie	esophorie	esophorie	1
esophorie	esophorie	orthophorie	exophorie	1
esophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	3
esophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	1

∞	100 cM.	60 cM.	30 cM.	Aantal gevallen.
esophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	2
orthophorie	orthophorie	orthophorie	orthophorie	3
orthophorie	orthophorie	orthophorie	exophorie	6
orthophorie	orthophorie	exophorie	exophorie	2
orthophorie	exophorie	exophorie	exophorie	5
exophorie	exophorie	exophorie	exophorie	17

Deze tabellen omvatten het geheele onderzoek door mij met het spiegeltje van STRAUB verricht. Het resultaat geeft tot verschillende opmerkingen aanleiding. Allereerst bemerken we, dat bij zien op korten afstand de esophorie afneemt, de exophorie toeneemt. Dat de exophorie, welke bestaat bij zien in de verte, zeer sterk toeneemt bij zien op korten afstand, blijkt niet uit de tabellen; het is echter een feit, waarop vroeger ook reeds door BERRY is gewezen. De minste verandering in heterophorie zien we bij de hypermetropen zonder correctie; ja zelfs is het aantal met esophorie bij zien op 30 c.M. afstand grooter dan bij zien op 60 c.M. afstand. Dit zal wel samenhangen met de groote accommodatie inspanning. De meeste toename der exophorie krijgen we bij de ongecorrigeerde myopen. Om het overzicht te vergemakkelijken heb ik de verschillende gevallen nog eens op de volgende wijze gegroepeerd:

Emmetropen:

Zien op ∞	:	esophorie	14,	orthophorie	58,	exophorie	20
„ „ 100 cM. afstand	:	„	7,	„	54,	„	31
„ „ 60 „ „	:	„	4,	„	40,	„	48
„ „ 30 „ „	:	„	2,	„	9,	„	81

Hypermetropen zonder correctie:

Zien op ∞	:	esophorie	30,	orthophorie	34,	exophorie	5
„ „ 100 cM. afstand	:	„	27,	„	34,	„	8
„ „ 60 „ „	:	„	23,	„	36,	„	10
„ „ 30 „ „	:	„	28,	„	23,	„	18

Hypermetropen met correctie:

Zien op ∞	: esophorie	19,	orthophorie	45,	exophorie	5
„ „ 100 cM. afstand	: „	16,	„	41,	„	12
„ „ 60 „ „	: „	9,	„	35,	„	25
„ „ 30 „ „	: „	2,	„	21,	„	46

Myopen zonder correctie:

Zien op ∞	: esophorie	12,	orthophorie	38,	exophorie	30
„ „ 100 cM. afstand	: „	1,	„	37,	„	42
„ „ 60 „ „	: „	1,	„	15,	„	64
„ „ 30 „ „	: „	1,	„	1,	„	78

Myopen met correctie:

Zien op ∞	: esophorie	13,	orthophorie	37,	exophorie	30
„ „ 100 cM. afstand	: „	2,	„	43,	„	35
„ „ 60 „ „	: „	1,	„	33,	„	46
„ „ 30 „ „	: „	1,	„	10,	„	69

Bestudeeren we nu eerst de groep der emmetropen dan kunnen we twee dingen hieruit leeren. Ten eerste is de associatie tusschen accommodatie en convergentie intensiever bij hen, die voor de verte orthophorie, dan bij hen die voor de verte esophorie hebben.

Van de 14 gevallen met esophorie voor de verte, hebben bij zien op 60 c.M. afstand nog slechts 4 de esophorie behouden, d.i. $28^4/_7$ %.

Van de 58 gevallen met orthophorie voor de verte, hebben bij zien op 60 c.M. afstand nog 30 de orthophorie behouden, d.i. $51^{21}/_{29}$ %.

Daar we slechts met qualitatieve bepalingen te doen hebben, blijkt niet dat de gevallen met exophorie voor de verte een opvallende sterke toename der exophorie bij zien op korten afstand vertoonen. We mogen dus zeggen, dat we bij de gevallen met orthophorie voor de verte de meest intensieve associatie tusschen accommodatie en convergentie kunnen verwachten. Ook het binoculair zien heeft grooten invloed op deze associatie.

Van de 43 emmetropen met goed bin. zien en orthophorie, hebben bij zien op 60 c.M. afstand nog 28 orthophorie, d.i. $65^{5}/_{43}$ %.

Van de 15 emmetropen met minder goed bin. zien en orthophorie, hebben bij zien op 60 c.M. afstand slechts 2 nog orthophorie, d.i. $13^{1}/_{3}$ %.

Een goed binoculair zien gaat dus vaak gepaard met een intensiever samengaan van accommodatie en convergentie.

Wat de hypermetropen betreft, zien we dat de ongecorrigeerde hypermetropen zich anders gedragen dan de emmetropen. Er bestaat bij de eersten grootere neiging tot esophorie bij zien op korten afstand. De gecorrigeerde hypermetropen vertoonen meer overeenkomst met de emmetropen.

Van de 14 emmetropen met esophorie bij zien in de verte hebben 4 esophorie bij zien op 60 c.M. afstand; d.i. $28^{4}/_{7}$ %.

Van de 30 ongecorrigeerde hypermetropen met esophorie bij zien in de verte hebben 22 esophorie bij zien op 60 c.M. afstand; d.i. $73^{1}/_{3}$ %.

Van de 19 gecorrigeerde hypermetropen met esophorie bij zien in de verte hebben 8 esophorie bij zien op 60 c.M. afstand; d.i. $42^{2}/_{19}$ %.

Van de 58 emmetropen met orthophorie bij zien in de verte hebben 30 orthophorie bij zien op 60 c.M. afstand; d.i. $51^{21}/_{29}$ %.

Van de 34 ongecorrigeerde hypermetropen met orthophorie bij zien in de verte hebben 29 orthophorie bij zien op 60 c.M. afstand; d.i. $85^{5}/_{17}$ %.

Van de 45 gecorrigeerde hypermetropen met orthophorie bij zien in de verte hebben 25 orthophorie bij zien op 60 c.M. afstand; d.i. $55^{5}/_{9}$ %.

Dat zelfs bij de gecorrigeerde hypermetropen met esophorie een groot percentage esophorie blijft bestaan bij zien op 60 c.M. afstand is niet te verwonderen. Wanneer n.l. de esophorie sterk is, en die treft men hier aan, dan kan ze nog heel wat verminderen eer ze met orthophorie gelijk te stellen is. Het hooge percentage is dus volkomen verklaard door de sterkere graden van esophorie.

Ook bij de hypermetropen vertoonen de personen met orthophorie een sterkere associatie tusschen accommodatie en convergentie dan de personen met esophorie (en exophorie).

De invloed van het binoculair zien op de associatie tusschen accommodatie en convergentie is bij de hypermetropen minder duidelijk. Bij de myopen zonder correctie vinden we een vrij sterke toename der exophorie bij zien dichterbij, wat ook wel te verwachten is, daar in vele gevallen dan niet geaccommodeerd behoeft te worden. Alleen de afstandsvoorstelling heeft dan nog invloed op de toename der convergentie.

Bij de 12 ongecorrigeerde myopen en de 13 gecorrigeerde myopen met esophorie vinden we in beide gevallen bij zien op 60 c.M. afstand slechts 1 geval met behouden esophorie.

Van de 38 ongecorrigeerde myopen met orthophorie vinden we bij zien op 60 c.M. afstand 10 met orthophorie; d.i. $26^{6}/_{19}$ %.

Van de 37 gecorrigeerde myopen met orthophorie vinden we bij zien op 60 c.M. afstand 23 met orthophorie; d.i. $62^{6}/_{37}$ %.

Dat ook hier bij de gevallen met orthophorie voor de verte, de associatie tusschen accommodatie en convergentie meestal het best ontwikkeld is, is duidelijk.

De invloed van het binoculair zien op de associatie tusschen accommodatie en convergentie, hoewel niet zoo duidelijk als bij de emmetropen, is ook hier eenigszins merkbaar.

Van de 22 ongecorrigeerde myopen met orthophorie en goed binoculair zien vinden we bij zien op 60 c.M. afstand 6 met orthophorie; d.i. $27^{3}/_{11}$ %.

Van de 16 ongecorrigeerde myopen met orthophorie en minder goed binoculair zien vinden we bij zien op 60 c.M. afstand 4 met orthophorie; d.i. 25 %.

Van de 21 gecorrigeerde myopen met orthophorie en goed binoculair zien vinden we bij zien op 60 c.M. afstand 14 met orthophorie; d.i. $66^{2}/_{3}$ %.

Van de 16 gecorrigeerde myopen met orthophorie en minder goed binoculair zien vinden we bij zien op 60 c.M. afstand 9 met orthophorie; d.i. $56^{1}/_{4}$ %.

ACHTSTE HOOFDSTUK.

Oorzaak der orthophorie en der heterophorie.

In het vorige hoofdstuk is gebleken, dat hypermetropie vaak tot esophorie, myopie daarentegen tot exophorie praedisponeert. Deze feiten eischen een verklaring. Zonder twijfel moet deze verklaring gezocht worden in de associatie tusschen accommodatie en convergentie. Evenwel hebben we in het vierde hoofdstuk gezien, dat de associatie tusschen accommodatie en convergentie een gevolg is der ervaring en dat deze associatie zich door de ervaring ook weer zeer gemakkelijk laat wijzigen. Ware de associatie tusschen accommodatie en convergentie aangeboren en meer intensief dan zou een verklaring niet moeilijk wezen. In de gegeven omstandigheden zou men van te voren het in het vorig hoofdstuk vastgestelde feit niet hebben verwacht. Daarom is een verdere bespreking der heterophorie bij refractieanomalieën noodzakelijk.

Evenwel wensch ik hieraan nog de bespreking van een ander feit vooraf te laten gaan. We hebben n.l. ook in het vorige hoofdstuk gezien, dat zoowel bij emmetropen als ametropen orthophorie of een zeer geringe graad van heterophorie regel is. Deze groote neiging tot orthophorie bij de meeste personen moet een oorzaak hebben, welke we zullen trachten op te sporen.

We weten reeds, dat bij zeer goed binoculair zien een

eenigszins belangrijke heterophorie een groote zeldzaamheid genoemd mag worden. Het goed binoculair zien zal dus hoogstwaarschijnlijk wel een oorzaak zijn voor orthophorie; maar steeds een indirecte oorzaak, daar toch bij het bepalen van den ruststand het binoculair zien juist opgeheven is.

De factoren, die bij monoculair zien nog invloed hebben op den stand der oogen zijn te verdeelen in anatomische en physiologische.

De anatomische factoren bestaan in grootte en vorm van oogbol en omgeving, waaronder ook begrepen de lengte en physische elasticiteit der oogspieren. De anatomische ruststand der oogen kan slechts bestaan kort na opheffing van iedere innervatie der oogspieren. Langeren tijd na de opheffing der oogspierinnervatie kan de zwaartekracht misschien de physische lengte der gemakkelijk rekbare spieren veranderen, waarmede ook de anatomische of absolute ruststand der oogen een andere wordt. Hoe is nu de anatomische ruststand? Volgens Maddox is het functioneele minimum van convergentie gelijk aan maximale binoculaire abductie (divergentie). Een consequentie van dezen regel is, dat ongeveer alle menschen een anatomisch divergenten ruststand bezitten. Is men in staat den anatomischen ruststand te vinden? Zooals reeds gezegd moeten hiertoe alle oogspierinnervatie's uitgeschakeld zijn. Dit zal min of meer volkomen geschieden bij den dood, diepe narcose, diepen slaap, dubbelzijdige blindheid.

Dood. Le Conte schrijft, dat bij den dood divergentie bestaat, terwijl Hansen Grut zegt, dat na den dood een divergente positie regel is. Eigen ervaring hieromtrent mis ik.

Diepe narcose. Ook voor diepe narcose geldt volgens evengenoemde schrijvers hetzelfde. Zelf ben ik meermalen in de gelegenheid geweest de vrij sterke divergentie der oogen in narcose waar te nemen. Vooral de sterke mate van divergentie heeft mij en de omstanders, die ik er op wees, vaak getroffen. Eens heb ik een strabismus convergens bij een kindje onder narcose geheel zien verdwijnen; of hier ook een lichte divergentie optrad was niet duidelijk te zien.

Ook Hansen Grut, Berry, Maddox en Cl. Worth zagen strabismus convergens meestal in narcose verdwijnen. Hieruit blijkt wel, dat strabismus convergens grootendeels een verhoogde convergentie-tonus is. Maar er blijkt niet uit of op den duur ook de physische lengte der spieren niet gewijzigd wordt. Het verdwijnen van convergentie is nog iets anders dan het optreden van sterke divergentie, die ik meestal bij niet strabeerende oogen vond. Bij het enkele geval, dat ik noemde, was de divergentie bijna niet aanwezig. Het lijkt mij namelijk zoo uiterst waarschijnlijk, dat een voortdurende convergentiestand langzamerhand ook den anatomischen ruststand zal wijzigen. Hiervoor pleit ook wel, dat niet iedere strabismus convergens in narcose geheel verdwijnt. Nauw verwant aan de narcose is de dronkenschap, die volgens Le Conte een divergente positie der oogen veroorzaakt.

Diepe slaap. Volgens Le Conte, Rählmann en Hansen Grut wordt in diepen slaap vaak divergentie waargenomen.

Dubbelzijdige blindheid. Het is algemeen bekend, dat divergentie bij blind geworden oogen dikwijls voorkomt.

Een minder volkomen uitsluiting der nerveuse invloeden krijgt men na langen tijd opheffen van het binoculair

zien. Als methode van onderzoek is dit natuurlijk niet toe te passen, maar verschillende pathologische toestanden kunnen ons behulpzaam zijn. Zoo zegt STEVENS, dat na een of twee weken afsluiten der oogen vaak divergentie bestaat. Hetzelfde nam VON GRAEFE waar bij cataract en MADDOX bij monoculaire amblyopie. Een geval mij door prof. STRAUB medegedeeld kan ik hier nog noemen.

H. M. kreeg een verwonding van het oog, waarna een bloeding optrad, zoodat het gezichtsvermogen tijdelijk verloren was. Bij de resorptie van het bloed keerde het gezichtsvermogen terug, maar nu bestond gekruiste diplopie (divergentie). Later is ook deze diplopie verdwenen.

Uit alles blijkt, dat we een absolute exophorie als regel moeten aannemen. Ik geloof zelfs, dat de absolute exophorie nog heel wat grooter is, dan hetgeen we als maximum van divergentie gewoonlijk vinden, omdat de divergentie in narcose mij in 't algemeen veel grooter toeschijnt dan 4°. Hoewel de absolute ruststand individueel zeer uiteen kan loopen, wil ik hier toch het volgende onderzoek mijner oogen mededeelen, waardoor we eenig begrip van den anatomischen ruststand krijgen.

Ik begon met het voorzetten van een divergeerend prisma van 10°, droeg dit gedurende 15 min. bij zien in de verte en mat daarna den ruststand; vervolgens droeg ik 15 min. een prisma van 12°, weer ruststand gemeten, dan 15 min. een prisma van 14° enz. tot 22°. Ruststand steeds bepaald na 15 sec. opheffing van het binoculair zien. Hierbij verkreeg ik de volgende resultaten:

Divergentie:

10° pr. 12° pr. 14° pr. 16° pr. 18° pr. 20° pr. 22° pr.

Ruststand na de divergentie:

11° pr. 13° pr. 14,5° pr. 16° pr. 17° pr. 18° pr. 19° pr. exophorie

Daarna onderzocht ik hoe snel deze exophorie van 19° weer zou verdwijnen, wanneer men zooveel mogelijk er voor waakte, dat geen convergentie-innervatie optrad. Daarom hield ik een groot gedeelte van den tijd de oogen gesloten. Ik bleef een half uur zonder binoculair zien en bepaalde na iedere 5 min. den ruststand. Dit was na 5 min. 18° pr. exophorie en na 30 min. nog 18° pr. exophorie met in dien tusschentijd slechts onbeduidende schommelingen.

De resultaten heb ik in de volgende kromme vereenigd.

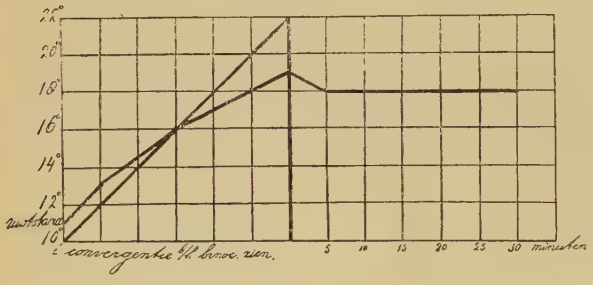


Fig. 22.
Graphische voorstelling van de exophorie mijner oogen, na verschillende langer durende kunstmatige divergentie (in de fig. staat convergentie), uitgedrukt in prismagraden. Rechts van de verticale zwarte lijn is weergegeven de ruststand bij monoculair zien na voorafgaande divergentie van 22° pr.

Beschouwen we deze kromme, dan zien we, dat de lijn, die de convergentie bij het binoculair zien aangeeft, en de lijn, die de exophorie aangeeft, elkaar snijden bij 16° pr. divergentie. Hieruit blijkt ons, dat de anatomische ruststand mijner oogen minstens 16° pr. exophorie bedraagt. Er kan hier bij 16° pr. nog wel een convergentietonus bestaan, een divergentietonus is onmogelijk. Heb ik nu een divergentie van 22° pr. bereikt en blijf ik daarna monoculair zien, dan daalt de exophorie eerst snel tot 18° pr. om daarna vrij constant te blijven, mits we slechts iedere convergentie-innervatie trachten te verhinderen. Ook hieruit meen ik tot een aanzienlijke

divergentie van den anatomischen ruststand te mogen besluiten.

Dat de anatomische ruststand en het maximum van divergentie zoo weinig uit elkaar liggen wordt verklaard door de waarneming, ook reeds door HOFFMANN en BIELSCHOWSKY gedaan, dat door een voorafgaande convergentie (onverschillig of hierbij geaccommodeerd wordt of niet) het divergentiemaximum vermindert. De absolute exophorie staat vast; dan is er ook een levenslange convergentie-innervatie en waar een convergentie van enkele uren reeds duidelijk invloed heeft op het gezochte maximum, hoe groot moet dan niet de invloed zijn der levenslange convergentie?

De anatomische factoren geven exophorie, geen orthophorie. De directe oorzaak der orthophorie moet dus gezocht worden bij de physiologische of functioneele factoren, die nog tijdens het monoculair zien hun invloed op de convergentie uitoefenen.

Deze factoren, reeds in het tweede hoofdstuk besproken, zijn:

1. Andere oogbewegingen, die als nevenbeweging een convergentieverandering doen ontstaan.
2. De persistentie van convergentie.
3. De associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie.
4. De associatie tusschen accommodatie en convergentie.

1. CONVERGENTIE ALS GEVOLG VAN ANDERE OOGBEWEGINGEN.

Wanneer een neiging tot convergentie optreedt bij een der andere oogbewegingen is het best mogelijk, dat dit in een enkel geval medewerkt tot het ontstaan van orthophorie. Daar dit echter een toevallige omstandig-

heid zou zijn, kan dit nooit verklaren de groote neiging tot orthophorie, die we bij emmetropen en ametropen vinden. Wegens het gewicht, dat STEVENS hecht aan dezen factor als oorzaak van heterophorie en strabismus, wil ik hier het resultaat mijner onderzoekingen hierover mededeelen. Beschrijving van methode enz. laat ik achterwege. Alleen zij nog vermeld, dat het onderzoek slechts mijne eigene oogen betreft. Zoo geeft distorsie bij mij aanleiding tot meerdere exophorie, contorsie daarentegen tot een lichte vermindering der exophorie. Linker en rechter sursumvergentie geven zeer lichte vermindering der exophorie. Dextroversie en laevoversie geven sterke vermindering der exophorie; in de uiterste standen treedt zelfs esophorie bij mij op. Sursumversie geeft vrij aanzienlijke toename der exophorie. Bij deorsumversie neemt eerst de exophorie vrij sterk af om daarna weer toe te nemen. Bij dextrotorsie en laevotorsie bestaat misschien lichte vermindering der exophorie, maar dit heb ik niet met zekerheid kunnen constateeren.

Zooals gezegd, is het vooral STEVENS, die aan de cyclophorie (latente torsie), hyperphorie (latente sursumvergentie), anophorie (latente sursumversie) en katophorie (latente deorsumversie) groote waarde toekent als aetiologisch moment voor de exophorie en esophorie en ten slotte ook voor het ontstaan van strabismus. Ik wil volstrekt niet beweren, dat alleen refractie-anomalieën exophorie en esophorie veroorzaken; reeds in het vorige hoofdstuk wees ik er op, dat ook anatomische factoren invloed moeten hebben. Dat cyclophorie enz. eenigen invloed kunnen hebben op den ruststand in horizontale richting, is wel waarschijnlijk. Dat cyclophorie en hyperphorie in sterken graad en bij zwak binoculair

zien strabismus veroorzaken, is ook best mogelijk. Dat cyclophorie en hyperphorie zullen bepalen of er een strabismus convergens of divergens zal ontstaan, kan ik niet begrijpen. Ondersteld er bestaat hyperphorie; ter correctie is sursumvergentie noodig; de sursumvergentie zal wellicht eenige neiging tot convergentie veroorzaken. Maar bij onvoldoende fusievermogen treedt geen sursumvergentie en bijgevolg ook geen convergentie op. Alleen dan was het mogelijk, indien bij opgeheven binoculair zien een reflectorische neiging bestond de gezichtslijnen in één horizontaal vlak te brengen. Hiervoor is echter, naar ik meen, nooit een bewijs geleverd. Contorsie, distorsie en sursumvergentie zijn m.i. te veel aan het binoculaire zien gebonden, dan dat deze bewegingen bij opgeheven binoculair zien nog zouden optreden, Iets anders is dit met anophorie en katophorie. De mogelijkheid, dat anophorie medewerkt tot strabismus convergens en katophorie tot strabismus divergens, kan ik niet ontkennen; een bewijs is evenwel niet geleverd.

Hoofdzaak blijft op 't oogenblik, dat de convergentieveranderingen als nevenbeweging bij andere geassocieerde oogbewegingen niet de groote neiging tot orthophorie kunnen verklaren.

2. Persistentie van convergentie.

De oorzaak der orthophorie moet dus gezocht worden in een of meer der drie overige physiologische factoren. Vangen we aan met de bespreking van den invloed der persistentie van convergentie. Reeds in het tweede hoofdstuk wees ik er op, dat deze persistentie van convergentie waarschijnlijk berust op een associatie, die zich gevormd heeft tusschen netvliesprikkels en convergentie-

innervatie. Toch laat het zich denken, dat een langer durende convergentie-innervatie voor een gedeelte blijft voortduren, ook dan, wanneer alle prikkels, die tot convergentie-innervatie aanleiding kunnen geven, weggenomen zijn. Slechts een dusdanige persistentie van convergentie willen we hier bespreken. Het lijkt onwaarschijnlijk, dat deze nablijvende convergentietonus sterk zou wisselen in verband met de oorzaak, der convergentie, hetzij dit de fusieneiging, de accommodatie of de afstandsvoorstelling is geweest.

Was deze persisteerende convergentietonus zeer groot, dan zou men bij iemand, die veel in de verte ziet, steeds orthophorie voor de verte met exophorie voor zien op korten afstand verwachten en voor hen, die bij hun werk gewoon zijn op korten afstand te fixeeren, orthophorie voor dichtbij met esophorie voor zien in de verte. Nu hebben we evenwel reeds in het vorige hoofdstuk aangetoond, dat het verschil in heterophorie bij werklui en studenten uiterst gering is, hoewel we toch moeten aannemen, dat deze laatsten veel meer werk op korten afstand voor de oogen verrichten. In de tweede plaats hebben we gezien, dat orthophorie voor de verte meestal gepaard gaat met een grootere neiging tot orthophorie bij zien op korten afstand, wat door een krachtige persistentie eener convergentie-innervatie zich niet laat verklaren.

Om nu den invloed dezer persistentie verder na te gaan deed ik het volgende onderzoek: Ik bepaalde den ruststand na een voorafgaande convergentie van ± 46° pr., die op 4 verschillende wijzen was ontstaan, nl.

I. door fusieneiging.

II. door accommodatie + fusieneiging.

III. door afstandsvoorstelling + fusieneiging.

IV. door afstandsvoorstelling + accommodatie + fusieneiging.

De accommodatie bedroeg in onderzoek II en IV in overeenstemming met de convergentie 7 D. De convergentie bewaarde ik gedurende 60 minuten en deed om de 10 min. een ruststandbepaling. Als uitgangsstand moest steeds bestaan 3.5° pr. exophorie bij zien in de verte. De ruststandbepaling geschiedde steeds na 15 sec. monoculair zien.

Na de 60 minuten binoculair zien bleef ik 30 minuten monoculair zien en deed om de 5 minuten een ruststandbepaling.

Ruststandbepalingen steeds gedaan bij zien in de verte zonder accommodatie.

I. Gedurende 60 minuten convergeerende prismata gedragen van 46° pr. bij zien in de verte zonder accommodatie:

Ruststand	na 10	minuten	5° pr.	esophorie
„	„ 20	„	8° pr.	„
„	„ 30	„	10° pr.	„
„	„ 40	„	11.5° pr.	„
„	„ 50	„	12.5° pr.	„
„	„ 60	„	13° pr.	„

Vervolgens 30 minuten monoculair zien in de verte zonder accommodatie:

Ruststand	na 5	minuten	6° pr.	esophorie
„	„ 10	„	4° pr.	„
„	„ 15	„	2° pr.	„
„	„ 20	„	0.5° pr.	„
„	„ 25	„	0.5° pr.	exophorie
„	„ 30	„	1.5° pr.	„

II. Gedurende 60 minuten convergeerende prismata

gedragen van 46° pr. bij zien in de verte en accommodatie van 7 D. (negatieve glazen):

Ruststand	na 10	minuten	2° pr.	esophorie
„	„ 20	„	3° pr.	„
„	„ 30	„	3.5° pr.	„
„	„ 40	„	4° pr.	„
„	„ 50	„	4° pr.	„
„	„ 60	„	4° pr.	„

Vervolgens 30 minuten monoculair zien in de verte zonder accommodatie:

Ruststand	na 5	minuten	1° pr.	exophorie
„	„ 10	„	3.5° pr.	„
„	„ 15	„	5° pr.	„
„	„ 20	„	6° pr.	„
„	„ 25	„	7° pr.	„
„	„ 30	„	7.5° pr.	„

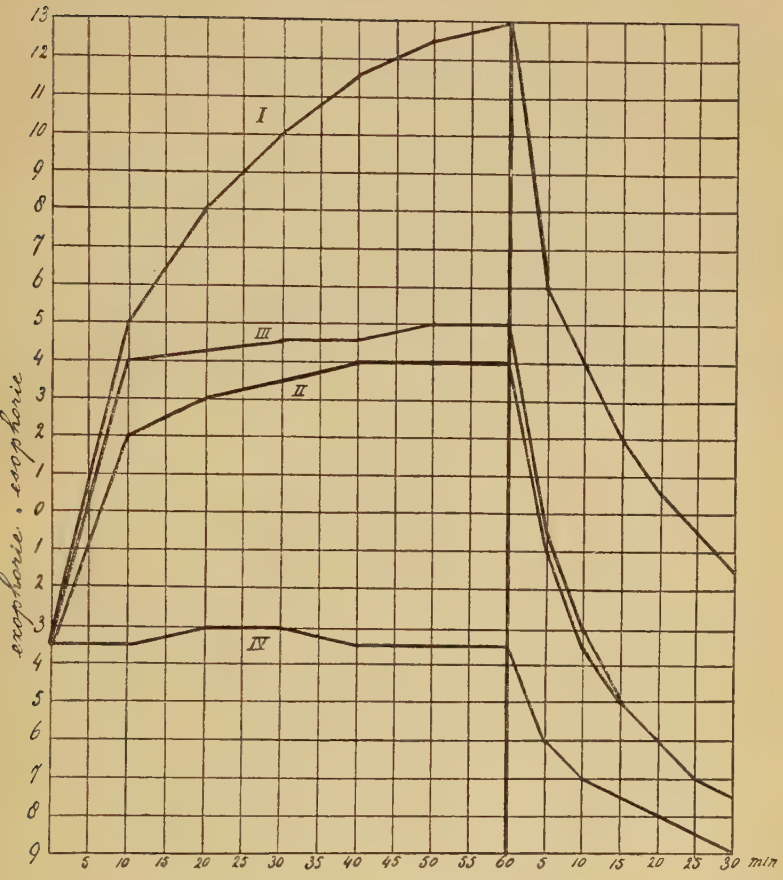
III. Gedurende 60 minuten voorwerp gefixeerd op afstand van 14.3 c.M. met positieve glazen van 7 D.:

Ruststand	na 10	minuten	4° pr.	esophorie
„	„ 20	„	(5° pr.)	„
„	„ 30	„	4.5° pr.	„
„	„ 40	„	4.5° pr.	„
„	„ 50	„	5° pr.	„
„	„ 60	„	5° pr.	„

Vervolgens 30 minuten monoculair zien in de verte zonder accommodatie:

Ruststand	na 5	minuten	0.5° pr.	exophorie.
„	„ 10	„	3° pr.	„
„	„ 15	„	5° pr.	„
„	„ 20	„	6° pr.	„
„	„ 25	„	7° pr.	„
„	„ 30	„	7.5° pr.	„

Fig. 23.



Graphische voorstelling van de verandering van den ruststand bij een convergentie van 46°, op verschillende wijzen verkregen: I. Convergentie door fusieneiging; II. Convergentie door accommodatie + fusieneiging; III. Convergentie door afstandsvoorstelling + fusieneiging; IV. Convergentie door afstandsvoorstelling + accommodatie + fusieneiging. Rechts van de verticale zwarte lijn is weergegeven de verandering in ruststand, wanneer ik na 60 min. convergentie van 46° verder monoculair blijf fixeeren.

IV. Gedurende 60 minuten voorwerp gefixeerd op afstand van 14.3 c.M. zonder glazen:

Ruststand	na	10	minuten	3.5° pr. exophorie.
„	„	20	„	4° pr. „
„	„	30	„	4° pr. „
„	„	40	„	3.5° pr. „
„	„	50	„	3.5° pr. „
„	„	60	„	3.5° pr. „

Vervolgens 30 minuten monoculair zien in de verte zonder accommodatie.

Ruststand	na	5	minuten	6° pr. exophorie.
„	„	10	„	7° pr. „
„	„	15	„	7.5° pr. „
„	„	20	„	8° pr. „
„	„	25	„	8.5° pr. „
„	„	30	„	9° pr. „

Het resultaat van het laatste onderzoek (IV) lijkt eenigszins vreemd, daar 3.5° pr. exophorie de uitgangsstand was; men zou meer convergentie verwachten. Maar de ruststand werd steeds bepaald na 15 seconden, wanneer dus de convergentie reeds wat verminderd is. Ik moest wel zoo lang wachten, daar ik soms meerdere manipulatie's (wegnemen van negatieve glazen enz.) had te verrichten, alvorens ik een bepaling kon doen. Verder vind ik wel meestal bij zien in de verte zonder accommodatie ook 3.5° pr., maar dan heb ik niet vooraf in de verte zitten staren, doch gewoonlijk meer in de boeken zitten turen. Daarom heb ik ook eens een uur naar een voorwerp op 6 Meter afstand gekeken en om de 10 minuten den ruststand bepaald, na telkens vooraf 15 seconden monoculair zien.

Hierbij verkreeg ik de volgende waarden:

Ruststand	na 10	minuten	4.5° pr.	exophorie.
„	„ 20	„	5° pr.	„
„	„ 30	„	5·5° pr.	„
„	„ 40	„	5·5° pr.	„
„	„ 50	„	6° pr.	„
„	„ 60	„	6° pr.	„

Alvorens de resultaten verder te bespreken, moet ik er op wijzen, dat het niet volkomen juist is te spreken van een convergentie van 46° pr., alleen door fusieneiging ontstaan. Bij het voorzetten van een convergeerend prisma van 46° is er geen sprake van enkelvoudig zien.

Dit kunnen we wel verkrijgen door na het voorzetten van het prisma willekeurig te convergeeren en is eenmaal enkelvoudig zien opgetreden, dan is dit vrij gemakkelijk te behouden, maar dan kunnen we toch niet spreken van 46° convergentie door fusieneiging. We kunnen ook een prisma geleidelijk versterken tot 46° convergentie. In beide gevallen wordt de convergentie wel vastgehouden door de fusieneiging. Keeren we thans tot de resultaten van het onderzoek terug.

Dit leert ons, dat het vooral de convergentie door fusieneiging is, die verandering in de heterophorie veroorzaakt. Waar de convergentie grootendeels ontstaat door afstandsvoorstelling en accommodatie, daar is de persistentie der convergentie veel geringer; ik meen haast te mogen besluiten, dat, waar de convergentie alleen ontstaat door afstandsvoorstelling en accommodatie er geen persistentie van convergentie aantoonbaar is bij zien in de verte zonder accommodatie. Niet alleen dat het beschreven onderzoek er op wijst, maar vooral ook het volgende feit: wanneer ik 30 minuten monoculair

kijk naar een voorwerp op 14.3 c.M. afstand, dan neemt de esophorie ten opzichte van het parallelisme af van 22° pr. tot 9° pr. (zie onderzoek 3 in het vierde hoofdstuk); wanneer ik direct hierna bij zien in de verte zonder accommodatie den ruststand bepaal, dan bestaat een exophorie van ± 9° pr., dit resultaat bereik ik ook na 30 minuten monoculair zien in de verte zonder accommodatie. De convergentie, in het eerste geval veroorzaakt door accommodatie en afstandsvoorstelling, heeft dus absoluut geen invloed gehad op den ruststand bij zien in de verte zonder accommodatie. Men kan zich denken, dat het verminderen der accommodatie benevens het zien naar een voorwerp op grooter afstand prikkels geeft tot divergentie. Maar het feit, dat er in het laatste geval in 't geheel niets van de vroegere convergentie is te bemerken, doet ons toch zien, dat de nablijvende convergentietonus niet bijster groot is.

Waarom is nu de nablijvende convergentietonus na convergentie door fusieneiging zooveel aanzienlijker? Ik meen, dat de oorzaak hierin gelegen is, dat zich dan een andere associatie gevormd heeft tusschen de convergentie aan den eenen kant en de accommodatie met de afstandsvoorstelling aan den anderen kant. Hoe gemakkelijk de associatie tusschen voorstelling van plaats en oogspierinnervatie gewijzigd wordt, kan men nog op een andere wijze duidelijk aantoonen. Wanneer ik voor beide oogen een prisma van 8° pr. plaats met basis verticaal naar rechts, dan zal ik in 't begin steeds links naast de voorwerpen grijpen of wijzen. Na eenigen tijd is dit verschijnsel verdwenen. Neem ik de prismata weg, dan zal ik nu rechts naast de voorwerpen grijpen en wijzen. Een bewijs, dat de associatie

tusschen oogspierinnervatie en voorstelling van plaats is gewijzigd.

Wanneer ik dus bij mijne oogen vind bij zien in de verte 3.5° pr. exophorie, dan meen ik, dat dit niet een gevolg is van een persistentie van een gewoonlijk bestaande convergentie-innervatie, maar wel als een persistentie der associatie, die zich ontwikkeld heeft tusschen convergentie-innervatie en zien zonder accommodatie met de voorstelling van een voorwerp op grooten afstand van de oogen. Hiermede komt ook overeen, dat na een tijdlang sluiten der oogen ik onmiddellijk na het openen een sterke exophorie waarneem, die snel vermindert, hoewel ik monoculair blijf zien. Ook hier geeft dus het zien alleen reeds, d. w. z. het zien in de verte zonder accommodatie, een zekere convergentie-innervatie. Hoe intensiever nu de associatie van de convergentie-innervatie met de accommodatie-innervatie en met de afstandsvoorstelling is, des grooter zal ook de kans zijn op orthophorie niet alleen voor zien in de verte, maar ook voor zien op korteren afstand. Reeds in het vorige hoofdstuk is ons opgevallen, dat vooral bij orthophorie voor de verte de associatie tusschen convergentie en accommodatie het duidelijkst was aan te toonen.

Het feit, dat convergentie door fusieneiging in vrij korten tijd reeds een aanzienlijke verandering in den ruststand veroorzaakt, verklaart het ontstaan van orthophorie zoowel bij emmetropen als ametropen bij zien op een zelfden afstand. De hypothese, dat deze orthophorisatie berust op een verandering in evengenoemde associatie, verklaart ons het voorkomen van orthophorie zoowel bij zien in de verte als bij zien op korten afstand.

3. Convergentie door afstandsvoorstelling.

Ik heb bij voortduring gesproken niet alleen over een associatie tusschen convergentie-innervatie en accommodatie-innervatie, maar ook over een associatie tusschen convergentie-innervatie en afstandsvoorstelling. Dat de eerste associatie bestaat is ons in het vierde hoofdstuk ruimschoots gebleken; dat ook de laatste associatie voorhanden is, hebben we ook reeds in het vijfde hoofdstuk voldoende besproken en wil ik hier nog even aantoonen:

1°. Bij zien in de verte met accommodatie door negatieve glazen vertoont de ruststand der oogen steeds wat minder convergentie, dan bij dezelfde accommodatie door zien op korteren afstand, iets, waarop vroeger ook reeds door Berry is gewezen en watin het vierde hoofdstuk door onderzoek 2 en 3 wordt aangetoond.

2°. Volgens vroeger vermeld onderzoek II en IV van dit hoofdstuk bestaat na 60 minuten convergentie van 46° pr. met accommodatie van 7 D. en zien in de verte een esophorie van 4° pr. bij zien in de verte zonder accommodatie. Na convergentie van 46° pr. met accommodatie van 7 D. en zien op 14,3 c.M. afstand daarentegen een exophorie van 3,5° pr. bij zien in de verte zonder accommodatie. Dit verschil is slechts te verklaren door een associatie van convergentie-innervatie en afstandsvoorstelling.

3°. Volgens onderzoek I en III van dit hoofdstuk bestaat na 60 minuten convergentie van 46° pr. zonder accommodatie met zien in de verte een esophorie van 13° pr. bij zien in de verte zonder accommodatie. Na convergentie van 46° pr. zonder accommodatie met zien op 14,3 c.M. afstand daarentegen een esophorie van 5° pr. bij zien in de verte zonder accommodatie.

Ook dit verschil is slechts verklaarbaar door een associatie van convergentie-innervatie en afstandsvoorstelling.

Ook het willekeurig convergeeren berust geheel en al op de associatie tusschen convergentie-innervatie en afstandsvoorstelling.

Het is mij tenminste alleen dan mogelijk willekeurig te convergeeren, wanneer ik mij voorstel een punt in de ruimte dicht voor de oogen, waarheen ik wil kijken. Ik heb enkele personen gekend, wien het aanvankelijk onmogelijk was willekeurig te convergeeren; door hen mede te deelen, dat zij zich slechts een dichtbij gelegen punt in de ruimte hadden voor te stellen, waarheen ze wilden kijken, konden ook zij meestal spoedig willekeurig convergentie te voorschijn roepen.

Het is zeer begrijpelijk, dat deze associatie des te intensiever zal wezen naarmate er steeds juister wordt geconvergeerd bij het binoculair zien. De juiste convergentie zal weer afhangen van de sterkte der neiging tot binoculair enkelvoudig zien of wel het fusievermogen. Daar het fusievermogen weer samenhangt met den graad van binoculair zien, kunnen we ons voorstellen, dat een zeer goed binoculair zien vaak gepaard zal gaan met een krachtiger associatie van convergentie-innervatie en afstandsvoorstelling en er aldus weer meer kans bestaat voor orthophorie, zoowel bij zien in de verte als bij zien op korten afstand.

4. Convergentie als gevolg der associatie tusschen accommodatie en convergentie.

Ook de associatie tusschen convergentie-innervatie en accommodatie-innervatie zal des te meer tot orthophorie aanleiding geven, naarmate een bepaalde accommodatie-

innervatie steeds met een zelfde convergentie-innervatie tegelijkertijd optreedt. Ook dit zal begrijpelijkerwijze weer samenhangen met het fusievermogen en den graad van binoculair zien.

Dit kan natuurlijk slechts gelden voor emmetropen en hypermetropen en eenigermate voor zwak myopen. Bij sterk myopen, die nimmer accommodeeren is een associatie tusschen convergentie en accommodatie ondenkbaar. Dat noch de associatie tusschen convergentie-innervatie en afstandsvoorstelling, noch die tusschen convergentie-innervatie en accommodatie-innervatie buitengewoon krachtig zijn ontwikkeld, hebben ons het onderzoek der ruim 200 personen, in het vierde hoofdstuk beschreven, en ook het onderzoek mijner eigen oogen geleerd.

Om eenigen indruk te krijgen van den invloed dezer associaties op den ruststand der oogen, heb ik nog het volgende onderzoek verricht, waarin ik met sphaerische glazen en prismata kunstmatig een der beide associaties of beide associaties tegelijk heb gewijzigd.

Dit onderzoek kan ik verdeelen in 2 reeksen. In de eerste reeks bestaat parallelismus der gezichtslijnen. In de tweede reeks is de convergentie 34° pr.

1e reeks.

a. Dertig minuten achter elkaar een voorwerp op zes meter afstand binoculair gefixeerd. Na vijftien seconden sluiten der oogen wordt de ruststand bepaald. Resultaat exophorie 5.5° pr.

b. Dertig minuten achtereen een voorwerp op zes meter afstand binoculair gefixeerd. Hierbij worden negatieve glazen van 5 D. gedragen. Na wegname der glazen en vijftien seconden sluiten der oogen wordt de ruststand bepaald. Resultaat exophorie 8.5° pr.

Bij dit onderzoek was kunstmatig een wijziging tot stand gebracht in de associatie tusschen accommodatie-innervatie en convergentie-innervatie.

c. Dertig minuten achtereen een voorwerp op twintig centimeter afstand binoculair gefixeerd. Hierbij worden positieve glazen van 5 D. en een divergeerend prismastel van 34° pr. gedragen. Na wegname van glazen en prismata en 15 seconden sluiten der oogen wordt de ruststand bepaald bij zien op zes meter afstand. Resultaat exophorie 7.5° pr.

Bij dit onderzoek was kunstmatig een wijziging tot stand gebracht in de associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie-innervatie.

d. Dertig minuten achtereen een voorwerp op 20 c.M. afstand binoculair gefixeerd. Hierbij werd een divergeerend prismastel van 34° pr. gedragen. Na wegname der prismata en 15 seconden sluiten der oogen wordt de ruststand bepaald bij zien op zes meter afstand. Resultaat exophorie 10° pr.

Bij dit onderzoek was kunstmatig een wijziging tot stand gebracht, zoowel in de associatie tusschen accommodatie-innervatie en convergentie-innervatie als in de associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie-innervatie.

2e reeks.

e. Dertig minuten achtereen een voorwerp op 20 c.M. afstand binoculair gefixeerd. Na 15 seconden sluiten der oogen wordt de ruststand bepaald bij zien op 6 meter afstand. Resultaat exophorie 3.5° pr.

Bij dit onderzoek was geen wijziging gebracht in het gewone samengaan der verschillende functies.

f. Dertig minuten achtereen een voorwerp op 20 c.M.

afstand binoculair gefixeerd. Hierbij worden positieve glazen van 5 D. gedragen. Na wegname der glazen en 15 seconden sluiten der oogen wordt de ruststand bepaald bij zien op 6 meter afstand. Resultaat esophorie 2° pr.

Bij dit onderzoek was kunstmatig een wijziging tot stand gebracht in de associatie tusschen accommodatie-innervatie en convergentie-innervatie.

g. Dertig minuten achtereen een voorwerp op 6 meter afstand binoculair gefixeerd. Hierbij worden negatieve glazen van 5 D. en een convergeerend prismastel van 34° pr. gedragen. Na wegname van glazen en prismata wordt de ruststand bepaald. Resultaat esophorie 2.5° pr.

Bij dit onderzoek was kunstmatig een wijziging tot stand gebracht in de associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie-innervatie.

h. Dertig minuten achtereen een voorwerp op 6 meter afstand binoculair gefixeerd. Hierbij wordt een convergeerend prismastel van 34° pr. gedragen. Na wegname der prismata en 15 seconden sluiten der oogen wordt de ruststand bepaald. Resultaat esophorie 5.5° pr.

Bij dit onderzoek is kunstmatig een wijziging tot stand gebracht zoowel in de associatie tusschen accommodatie-innervatie en convergentie-innervatie, als in de associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie-innervatie.

Uit dit geheele onderzoek blijkt wederom, dat er niet een duidelijke persistentie van een of anderen convergentietoestand bestaat, maar dat de ruststand sterk staat onder invloed der beide genoemde associatie's.

In onderzoek *b* en *f* is de associatie tusschen accom-

modatie-innervatie en convergentie-innervatie gewijzigd. Hierdoor is de ruststand veranderd van een exophorie van 5.5° pr. in een exophorie van 8.5° pr. en van een exophorie van 3.5° pr. in een esophorie van 2° pr.

In onderzoek *c* en *g* is de associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie-innervatie gewijzigd. Hierdoor is de ruststand veranderd van een exophorie van 5.5° pr. in een exophorie van 7.5° pr. en van een exophorie van 3.5° pr. in een esophorie van 2.5° pr.

In onderzoek *d* en *h* zijn de beide associatie's gewijzigd. Hierdoor is de ruststand veranderd van een exophorie van 5.5° pr. in een exophorie van 10° pr. en van een exophorie van 3.5° pr. in een esophorie van 5.5° pr. Aan welk dezer beide associatie's de grootste invloed toekomt bij het bepalen van den functioneelen of physiologischen ruststand is voor mijne oogen niet duidelijk. Dat hierin evenwel groote individueele verschillen zullen bestaan laat zich wel denken.

De groote neiging tot orthophorie, zoowel bij emmetropen als bij ametropen wordt volkomen verklaard door een goede ontwikkeling dezer beide associaties. Daar zoowel de associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie als de associatie tusschen accommodatie en convergentie door de ervaring gevormd worden, zullen zij zich slechts dan goed kunnen ontwikkelen, wanneer een goed binoculair zien aanwezig is. Een eenigszins belangrijke heterophorie gepaard met een goed binoculair zien behoort dan ook tot de zeldzaamheden. Is het binoculair zien minder goed of slecht ontwikkeld, dan kunnen de meergenoemde associaties niet zoo goed tot stand komen en wordt de kans op een meer aanzienlijke heterophorie grooter.

Kennen we thans de oorzaken der orthophorie, dan rest ons een verklaring te vinden voor het feit, dat bij hypermetropie met slecht binoculair zien bijna uitsluitend esophorie bestaat, terwijl bij myopie met slecht binoculair zien exophorie vaker gezien wordt.

Daar bij refractieanomalieën geen reden bestaat voor een andere ontwikkeling der associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie-innervatie dan bij de emmetropen, zijn we wel gedwongen de oorzaak der esophorie en exophorie bij de ametropen te zoeken in de associatie tusschen accommodatie-innervatie en convergentie-innervatie. Ik zal trachten hiervoor een aannemelijke verklaring te geven. Beschouwen we allereerst de hypermetropen. Wordt door deze steeds goed geaccommodeerd en goed geconvergeerd, dan is er geen reden, waarom ook bij hen geen orthophorie zou ontstaan. Voor de ontwikkeling van esophorie moeten we aannemen, dat ten opzichte van het bij binoculair scherp zien samengaan van accommodatie en convergentie de accommodatie nu en dan onvoldoende is of de convergentie te sterk. Wanneer een hypermetroop een voorwerp in de verte scherp wil waarnemen, moet er steeds worden geaccommodeerd.

Het is nu zeer best mogelijk, dat deze accommodatie bij minder intensieve fixatie vaak niet bestaat. Deze onvoldoende accommodatie bij zien in de verte kan een aanleiding wezen voor esophorie bij juiste accommodatie. Maar ook een te sterke convergentie kunnen we bij hypermetropen met minder goed binoculair zien verwachten. Vooral bij zien op korten afstand is een goede accommodatie meestal van veel belang, maar dan is ook bij de hypermetropen vaak een zeer sterke accommodatie-innervatie noodzakelijk. Het kan zijn, dat de

verstrooiïngscirkels als prikkel tot accommodatie te kort schieten. Bestaat er nu ook maar eenige associatie tusschen accommodatie en convergentie, dan kan een convergentie-innervatie het accommodeeren gemakkelijker maken. Hoe zwakker de associatie tusschen accommodatie en convergentie is, des te sterker zal de convergentie-innervatie moeten wezen om enkele dioptrieën accommodatie tengevolge te hebben. Terwille van het scherp zien kan dan het binoculair zien worden opgegeven, om door middel der convergentie-innervatie een voldoende accommodatie te verkrijgen. Dat hiervan esophorie het gevolg is, laat zich best begrijpen.

Ik neem dus niet aan, dat de accommodatie-innervatie een convergentie-innervatie veroorzaakt, maar wel dat ter wille van het scherp zien een convergentie-innervatie optreedt om aldus het accommodeeren te vergemakkelijken, hetgeen ook reeds in het vijfde hoofdstuk waarschijnlijk is gemaakt. Staat het vast, dat de associatie tusschen accommodatie en convergentie door de ervaring is ontstaan, dan geeft dit de eenige ongedwongen verklaring. Noodzakelijk blijft evenwel, dat zich eenige associatie tusschen accommodatie en convergentie reeds heeft gevormd.

Eenigen steun voor deze opvatting geeft ook het resultaat van een vroeger medegedeeld onderzoek mijner oogen. Bij monoculair zien in de verte met accommodatie door negatieve glazen neemt tot een accommodatie van 6 D. de convergentie zeer regelmatig toe met ongeveer 3.5° pr. Bij een accommodatie van 7 en 8 D. wordt de convergentietoename enorm veel grooter, omdat we hier naderen tot de maximale accommodatie. Bij een aangeboren associatie tusschen accommodatie en convergentie

is deze plotselinge sterke toename moeilijk verklaarbaar; bij een verkregen associatie slechts verklaarbaar, wanneer we de convergentie-innervatie beschouwen als hulp bij het accommodeeren. Ook bij de door mij onderzochte hypermetrope personen vond ik enkele gevallen van orthophorie bij zien op 60 c.M. afstand, terwijl bij zien op 30 c.M. afstand esophorie optrad.

Ik meen hiermee een verklaring gegeven te hebben van het feit, dat, hoewel de associatie tusschen accommodatie- en convergentie-innervatie zoo uiterst gemakkelijk gewijzigd wordt, we toch bij de hypermetropen in het meerendeel der gevallen esophorie aantreffen, die bij slecht binoculair zien een aanzienlijken graad kan bereiken.

Wat betreft de myopen, laat zich de bij hen vaak voorkomende exophorie veel gemakkelijker verklaren. Bij eenigszins aanzienlijke myopie wordt bijna nooit geaccommodeerd. Al de verschillende convergentietoestanden bestaan dus zonder accommodatie. Een associatie tusschen accommodatie- en convergentie-innervatie kan zich aldus moeilijk ontwikkelen. Zouden we dus toch steeds orthophorie vinden, dan kan dit alleen berusten op een ideale associatie tusschen afstandsvoorstelling en convergentie-innervatie.

Daar deze associatie bijna nooit zoo ideaal is, moet het voorkomen van exophorie bij myopie wel regel zijn Toch wordt soms vrij sterke esophorie bij myopie aan getroffen. Ook dit is niet geheel onverklaarbaar. Bij zien in de verte is de gezichtsscherpte der myopen steeds slecht. Bij gebrekkig fusievermogen zal dus bij zien in de verte vaak het eerst het binoculair enkelvoudig zien worden opgegeven, terwijl bij zien op korten afstand nog

goed binoculair zien bestaat. Zoo kan zich een associatie ontwikkelen tusschen zien zonder accommodatie en een convergentie voor zien op korten afstand. Het is ook een feit, dat onder de 12 gevallen van myopie met esophorie voor de verte (gevonden met het spiegeltje van STRAUB) er slechts één was, die bij zien op 30 c.M. afstand de esophorie nog had behouden.

De volgende conclusie's meen ik dus na de besprekingen in dit en in het vorige hoofdstuk te mogen vaststellen:

1. De anatomische ruststand der oogen van bijna alle menschen is exophorie.
2. Als relatieve ruststand zoowel bij emmetropen als ametropen met goed binoculair zien is orthophorie of een geringe graad van heterophorie regel.
3. De groote neiging tot orthophorie bij emmetropen en ametropen met goed binoculair zien is het gevolg van de goed ontwikkelde associatie's tusschen accommodatie- en convergentieinnervatie en tusschen afstandsvoorstelling en convergentieinnervatie.
4. Deze beide associatie's, die door de ervaring zijn verkregen, kunnen zich slechts ontwikkelen bij goed binoculair zien.
5. Bij minder goed binoculair zien geeft hypermetropie vaak aanleiding tot sterkere esophorie, terwijl myopie veelal de oorzaak wordt van meerdere exophorie, doch soms ook esophorie kan veroorzaken.
6. De esophorie der hypermetropen laat zich aldus verklaren, dat bij de sterke accommodatie, die voor het scherp zien noodig is, de convergentie te hulp komt, wat kan geschieden zoo zich slechts eenige associatie, hoe gering ook, tusschen accommodatie en convergentie gevormd heeft.

7. De exophorie der myopen kan men verklaren door het uitblijven van een associatie tusschen accommodatie en convergentie. Wordt het binoculair zien opgeheven, dan kan de afstandsvoorstelling wel een convergentieinnervatie veroorzaken, maar voor de accommodatie is de hulp der convergentie niet noodig.
8. De esophorie der myopen wordt verklaard door het opgeven van het binoculaire zien in de verte wegens slechten acies visus, terwijl bij zien op korten afstand het binoculair zien blijft behouden, zoodat zich een associatie ontwikkelt tusschen het waarnemen van netvliesprikkels en een zekere mate van convergentie.

Nu ik op grond van een groot aantal onderzoekingen een verklaring gevonden heb voor de associatie tusschen accommodatie en convergentie en ik deze verklaring op m. i. bevredigende wijze in verband heb kunnen brengen met den invloed, dien de refractieanomalieën op den stand der oogen bij opgeheven binoculair zien uitoefenen, heb ik het doel dezer dissertatie bereikt. De groote overeenkomst tusschen de vijfde conclusie uit dit laatste hoofdstuk en de leerstelling van DONDERS betreffende de aetiologie van het scheelzien bewijst, dat wel het slecht ontwikkeld binoculaire zien de gelegenheid tot het ontstaan van strabismus kan geven, maar dat de refractie-anomalieën zeer grooten invloed zullen hebben op den vorm van den strabismus, die ontstaat. Hoewel de meening van DONDERS eenige belangrijke aanvullingen behoeft, is ze ook nu weer gebleken in hoofdzaak juist te zijn.

GERAADPLEEGDE LITTERATUUR.

ARRER. Ueber die Bedeutung der Convergenz- und Accommodationsbewegungen die für Tiefenwahrnehmung. Philos. Stud. 1896.

ASHER. Bemerkungen zu dem Aufsatze von Dr. MARX „Methodik der Gleichgewichtsprüfung für die Nähe".
Arch. f. Ophth. Bd. LXIX. H. 2, 1909.

BARTELS. Erwiderung auf eine Bemerkung Dr. ASHERS zu dem Aufsatze von Dr. MARX: „Methodik der Gleichgewichtsprüfung für die Nähe". Arch. f. Ophth. Bd. LXIX. H. 3, 1909.

BERRY. Strabismus. Edinburgh Medical Journal 1897.

BIELSCHOWSKY. Die Innervation der Musculi recti interni als Seitenwender.
Bericht über die 30e Vers. d. Ophthalm. Ges. Heidelberg 1902.

BIELSCHOWSKY. Ueber Störungen der absoluten Lokalisation.
Bericht über die 33e Vers. d. Ophthalm. Ges. Heidelberg 1906.

BIELSCHOWSKY und LUDWIG. Das Wesen und die Bedeutung latenter Gleichgewichtsstörungen der Augen.
Arch. f. Ophth. Bd. LXII. H. 3, 1906.

BIELSCHOWSKY. Ueber den reflektorischen Charakter der Augenbewegungen, zugleich ein Beitrag zur Symptomatologie der Blicklähmung.
Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. Jahrg. XLV, 1907.

BIELSCHOWSKY. Die neueren Anschauungen über Wesen und Behandlung des Schielens. Beihefte zur med. Klin. III Jahrg. H. 12, 1907.

BIELSCHOWSKY. Das Heterophorometer.
Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. XLIX Jahrg., 1911.

BJERKE. Das Schielen. Arch. f. Ophth. Bd. LXIX H. 3, 1909.

DU BOIS—REYMOND. Ueber die Uebung. Berlin, A. HIRSCHWALD, 1881.

BOURDON. La perception visuelle de l'espace. Paris 1902.

DIXON. On the relation of accomm. and conv. to our sense of depth.
Mind. N. S. No. 14, 1895.

Donders. On the anomalies of accommodation and refraction of the eye. The new Sydenham society, London 1864.

Duane. A new classification of the motor anomalies of the eye. New-York, J. H. Vail & Co., 1897.

Duane. The nomenclature of the ocular movements. Ophthalmic Record, 1899.

Duane. A case of paralysis of divergence: its bearing upon the theory of squint and heterophoria. Arch. of Ophthalm. Vol. XXVIII No. 3, 1899.

v. Graefe. Ueber Myopia in distans nebst Betrachtungen über das Sehen jenseits der Grenzen unserer Accommodation. Arch. f. Ophth. Bd. II, Abt. 1, 1855.

v. Graefe. Pathologisches zur Accommodationslehre. Arch. f. Ophth. Bd. II, Abt. 2, 1856.

v. Graefe. Ueber die ophthalmoscopische Beobachtung gewisser Augenmuskelwirkungen. Arch f. Ophth. Bd. II, Abt. 2, 1856.

v. Graefe. Ueber musculaire Asthenopie. Arch. f. Ophth. Bd. VIII, Abt. 2, 1862.

v. Graefe. Ueber Füsionsbewegungen der Augen beim Prismaversuche. Arch. f. Ophth. Bd. 37 Abt 1. 1891.

Hansen Grut. The Bowman Lecture en „The Pathogeny of divergent and convergent strabismus". Ophthalmic Review Vol IX 1890.

Hering. Beiträge zur Physiologie. Leipzig. 1861—'64.

Hering. Die Lehre vom binokularen Sehen. Leipzig. 1868.

Hering. Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges. Handbuch der Physiol. der Sinnesorg. Dr. L. Hermann. 3e Bd 1879.

Hess. Ueber den Zusammenhang zwischen Accommodation und Convergenz. Sitzungsbericht des IX internat. Ophthalmic Congress Utrecht 1899.

Hillebrand. Das Verhältnis von Accommodation und Konvergenz zur Tiefenlokalisation. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 7. 1894.

Hillebrand. In Sachen der optischen Tiefenlokalisation. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 16. 1898.

Hofmann und Bielschowsky. Ueber die der Willkür entzogenen Fusionsbewegungen der Augen. Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. 80. 1900.

Koster. De empiristische en nativistische verklaringen in de physiologie der zintuigen. Leiden. E. J. Brill. 1896.

MADDOX. A new test for heterophoria. Ophthalmic Review Vol IX. 1890.

MADDOX. The clinical use of Prisms.
Bristol. JOHN WRIGHT & Co. 2e ed. 1893.

MADDOX. Tests and studies of the ocular muscles.
Bristol. JOHN WRIGHT & Co. 1898.

MARX. Methodik der gleichgewichtsprüfung für die Nähe.
Arch. f. Ophthalmologie Bd. LXIX. H1. 1909.

MEISSNER. Zur Lehre von den Bewegungen des Auges.
Arch. f. Ophthalm. Bd. II. Abt. 1. 1855.

MEYER. Beitrag zur Lehre von der Schätzung der Entfernung aus der Convergenz der Augenaxen.
Arch. f. Ophthalm. Bd. II. Abt. 2. 1856.

MÜLLER. Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes des Menschen und der Thiere. Leipzig. C. CNOBLOCH. 1826.

PORTERFIELD. A treatise on the eye.
Edinburgh. G. HAMILTON en J. BALFOUR. 1759.

REYMOND. Des rapports de l'accommodation avec la convergence.
Paris. J. B. BAILLIÈRE et FILS. 1888.

REDDINGIUS. Das sensumotorische Sehwerkzeug.
Leipzig. W. ENGELMANN. 1898.

SACHS und MELLER. Ueber einige eigentümlichen Lokalisationsphänomene in einem Falle von hochgradiger Netzhautinkongruenz.
Arch. f. Ophthalm. Bd. LVII. H1. 1904.

SCHIÖTZ. Ein Beitrag zu der Lehre von den Verhältnissen der Augenmuskeln. Arch. f. Augenheilk. Bd. XX, 1889.

SCHWEIGGER. Klinische Untersuchungen über das Schielen.
Berlin, A. HIRSCHWALD, 1881.

SIMON. Zur Lehre von der Entstehung der koördin. Augenbewegungen.
Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorg. Bd. XII, 1896.

STEVENS. A system of termsrelating to the conditions of the ocular muscles known as „Insufficiencies". New-York Medical Journal 1886.

STEVENS. The anomalies of the ocular muscles, Arch. of Ophthalmology Vol. XVI No. 2 1887, Vol. XVII No. 2 1888, Vol. XVIII No. 4 1889, Vol. XX No. 3 1891.

STEVENS. The relation of the function of accommodation to that of convergence. New-York Medical Journal 1895.

STEVENS. Examinations by the Tropometer and some of the phenomena observed. Ophthalmic Record 1897.

STEVENS. Historical notes of strabismus and other anomalies of the eye muscles. Annals of Ophthalmology Vol. VIII No. 2 1899.

STEVENS. Declination of the vertical meridian of the retina. Arch. of Ophthalmology Vol. XXVIII No. 1 1899.

STEVENS. The normal declination of the retinal meridians. New-York Medical Journal 1901.

STEVENS. A treatise on the motor apparatus of the eyes. Philadelphia, F. A. DAVIS & Co., 1906.

STILLING. L'origine du strabisme. Paris, J. B. BAILLIÈRE et FILS, 1888.

WIERS. Over den ruststand der oogen. Groningen, J. B. HUBER, 1892.

WITASEK. Zur Lehre von der Lokalisation im Sehraum. Zeitschr. f. Psych. und Phys. d. Sinnesorg. Bd. 50, H. 3 u. 4, 1908.

WORTH. Das Schielen. Berlin, JULIUS SPRINGER, 1905.

WUNDT. Grundzüge der Physiologischen Psychologie. 2e Bd. Leipzig 1893.

STELLINGEN.

I.

De samenhang tusschen de accommodatie en de convergentie der oogen is na de geboorte ontstaan, als gevolg der ervaring.

II.

De vorm van scheelzien wordt in 't algemeen bepaald door den vorm van brekingsafwijking in verband met de ontwikkeling van de associatie tusschen accommodatie en convergentie.

III.

Zoowel de strabotische als de paretische vorm van hyperphorie, door BIELSCHOWSKY en LUDWIG beschreven, zijn beiden het gevolg van anatomische verhoudingen tusschen oogbol en omgeving.

IV.

De groote beteekenis, door STEVENS e. a. toegekend aan de heterophorie, voor het ontstaan van vele zenuwziekten en andere ziekten, bestaat niet.

V.

Men isoleere geen gezond mensch, die diphtheriebacillen in keel of neus herbergt, tenzij de virulentie dezer organismen is vastgesteld.

VI.

De essentiëele pernicieuse anaemie en de myeloïde leukaemie zijn geen scherp gescheiden ziekten.

VII.

Aan de diagnose van het ulcus duodeni dient meer aandacht geschonken, dan tot voor korten tijd geschied is.

VIII.

Het gevaar voor hersenzenuwverlammingen bij de ziekte van BASEDOW vormt mede een belangrijke indicatie tot vroegtijdige operatie.

IX.

De hyperemesis gravidarum is bijna nooit van zuiver psychogenen of reflectorischen aard.

X.

Na tracheotomie bij diphtherie verwijdere men na 4 à 5 maal 24 uren de canule in haar geheel.

XI.

De vroege behandeling van den lues, reeds in het eerste stadium, met excisie, kwik en salvarsaan (neosalvarsaan) verdient krachtige aanbeveling.

XII.

Noch de uitholling van de gezichtszenuw, noch de gezichtsveldbeperking bij glaucoom vinden in den verhoogden intraoculairen druk een voldoende verklaring.

XIII.

Bij een verlamming van den m. quadriceps femoris kan een pes equinus in vele gevallen medewerken tot verbetering van het gaan.

XIV.

De hooge zuigelingensterfte in den zomer is grootendeels afhankelijk van den toestand der woning.

Druk van J. H. DE BUSSY, Amsterdam.